தினமணி
வெளியீடு 41

பதிப்பாசிரியர்:
ஏ. என். சிவராமன்.

விஞ்ஞானக் காட்சி

அண்ணாமலைச் சர்வகலாசாலைப் பௌதிக ஆசிரியர்,
ஆர். கே. வி[illegible]நாதன், எம். ஏ.,
எழுதியது.



" இருள் அகற்றும்
கைவிளக்கே கற்ற அறிவுடைமை "

தினமணி காரியாலயம்
100, மவுண்ட் ரோடு
சென்னை
1946

 [விலை அணா 8

நன்றியுரை

"பஞ்ச பூதச் செயல்களின் நுட்பங்கள் கூறும் மேன்மைக் கலைகள் தமிழினில் இல்லை" என்று புலம்பிச் சென்ற மகாகவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் பக்தர்களில் ஒருவனால் எழுதப்பட்ட சிறு நூல் இது. இதில் அடங்கியுள்ள கட்டுரைகள் எல்லாம் காவேரி, கலைமகள், வஸந்தம், சந்திரோதயம், பாரதமணி என்னும் மாதப் பத்திரிகைகளில் வெளிவந்தவை. குரல் பயிற்சியும் தானம் பாடுவதும், மண்டபங்களின் நாதக்கட்டு, ஒளிச் சிதறல் என்ற கட்டுரைகள் திருச்சி ரேடியோ நிலயத்தில் வாசிக்கப்பட்டவை. இப்பத்திரிகைகளின் ஆசிரியர்களுக்கும், திருச்சி ரேடியோ நிலைய அதிகாரிக்கும் எனது வந்தனம் உரித்தாகும். நூலுக்கு முகவுரை எழுதி, எனக்கு ஆசி கூறியிருக்கும் மாஜி மந்திரி டாக்டர் ராஜன் அவர்களுக்கு என் மனமார்ந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்ளுகிறேன். வந்தே மாதரம்.

அண்ணாமலைநகர்,
19—6—'46.

ஆர். கே. விசுவநாதன்

இந்நூல் ஆசிரியர் இயற்றிய மற்ற விஞ்ஞான நூல்கள்.

1. ஸங்கீத ஒலி நூல்
2. பௌதிக நூல் முதற் பாகம் } ஆயிரம் ரூபாய் பரிசு பெற்ற புத்தகங்கள்.
3. பௌதிக நூல் இரண்டாம் பாகம் } ஆயிரம் ரூபாய் பரிசு பெற்ற புத்தகங்கள்.
4. ஒளியும் ஒலியும்
5. ஆலயமணி

பொருள் அடக்கம்

வாழ்க்கைச் சித்திரங்கள்

1. மகாத்மா காந்தி—நினைவு மாலை

(இரண்டாம் பதிப்பு)

ஸ்ரீமதி எஸ். அம்புஜம்மாள்

[மகாத்மாவின் பல கடிதங்களுடன்]

திரு. வி. க. முன்னுரையுடன்

விலை அணு 0 12 0

2. ரவீந்திரநாத - டாகூர்

ஸ்ரீ. கி. சந்திர சேகரன், எம்.ஏ. பி.எல்.

ஸ்ரீ. கே. எஸ். வேங்கடரமணி முன்னுரையுடன்

விலை அணு 0 8 0

3. அன்னை கஸ்தூரிபா

ஸ்ரீமதி ஆர். எஸ். ருக்மிணி எம். ஏ.

ஸ்ரீமதி எஸ். அம்புஜம்மாள் முன்னுரையுடன்

விலை அணு 0 12 0

4. மௌலானா ஆஜாத்

ஸ்ரீ. எம். எம். இஸ்மாயில், எம், ஏ.

சக்கிரவர்த்தி ராஜகோபாலாச்சாரியார்

முன்னுரையுடன்

விலை ரூ. 1 0 0

5. கபீர்தாஸர்

ஸ்ரீ. கோ கிருஷ்ணமூர்த்தி

விலை அணு 0 8 0

6. என் தந்தையார்

ஸ்ரீமதி எஸ். அம்புஜம்மாள்

விலை அணு 0 8 0

7. திலீக் கோவிந்தன்

ஸ்ரீ. அ. மாதவையா

மொழிபெயர்த்தவர்: ஸ்ரீ. வே. நாராயணன்

விலை ரூ. 1 0 0

தபால் செலவு தனி. வி. பி. பி. கிடையாது.

முகவுரை

இந்நூலின் ஆசிரியர் ஆர். கே. விசுவநாதன் அவர்களை எனக்கு நேரில் தெரியாது. ஆனால் அவரது கட்டுரைகளை "காவேரி" மாதப் பத்திரிகையில் அடிக்கடிப் படித்திருக்கிறேன். புதிய விஞ்ஞான உலகத்தைத் தமிழன் உள்ளத்திற்கு திறந்து காட்டும் வன்மை உடையவர் என்பதை நான் சொல்வது மிகை. அவர்களது திறமையை படித்த தமிழர்கள் நன்கு அறிவார்கள். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளையும், பௌதிக நூல்களையும் தெளிவான இனிய தமிழ் நடையில் பாமரரும் நன்கு அறியும் வண்ணம் எழுதும் திறமை படைத்தவர். தமிழ் மறுமலர்ச்சிக்கு இந்நூல் சான்று:

பழந்தமிழ் இன்றும் உயிருடன் துலங்குகிறது. பழையன கழிதலும், புதியன சேரலும் உயிர் மொழியின் தன்மையல்லவா? ஆசிரியர் விசுவநாதன் திறம்படைத்த தமிழர். அவரது ஆங்கில அறிவு தாய்மொழிப் பற்றை அதிகரித்திருப்பதைக் காணலாம். பதினறு அரிய விஷயங்களை தமிழில் விரித்து எழுதியிருக்கிறார். அண்ணாமலை பல்கலைக் கழகம் தமிழ் கழகமாக பெருக வேண்டும். தமிழின் பண்பிற்கும், தமிழர் மேன்மைக்கும் அறிகுறியாக யிருக்கவேண்டுமென்பது எனது ஆசை. இந்நூல் என் ஆசையை ஒருவாறு பூர்த்தி செய்விக்கிறது. தமிழ் நாட்டிற்கு தமிழ் மொழி சக்தி வாய்ந்ததாக யிருக்க வேண்டும். பற்பல நூல்கள் வெளியாக வேண்டும். உண்மை ஒரு நாட்டினருடைய ஏக போக உரிமையல்ல. மனித வர்க்கத்தின் மூலதனம். விஞ்ஞான உண்மைகள் எல்லோருக்கும் பொது. அவற்றை ஒவ்வொரு தமிழனும் அறிந்துகொண்டு பயன்படுத்த வேண்டும். இம்மாதிரி நூல்கள் வெளிவருவதை தமிழர் வரவேற்கவேண்டும்.

தி. சே. சௌ. ராஜன்

தினமணி வெளியீடு

சரித்திர சம்பந்தமான நூல்கள்

1. **தளவாய்த் தாத்தா**
   (அரியநாத முதலியார்)
   எம். எஸ். சுப்பிரமணிய ஐயர் எழுதியது
   விலை அணா 0 12 0

2. **வீர ரஷ்யா (பாகம் I)**
   ஸ்ரீ. வி. எஸ். நாராயணன்
   டாக்டர் பி. சுப்பராயன்
   முன்னுரையுடன்
   விலை அணா 0 12 0

3. **வீர ரஷ்யா (பாகம் II)**
   ஸ்ரீ. வி. எஸ். நாராயணன்
   விலை அணா 0 8 0

4. **தஞ்சை நாயக்கர்**
   ஸ்ரீ. எம். எஸ். சுப்பிரமணிய ஐயர்
   விலை அணா 0 8 0

5. **சீனு**
   ஸ்ரீ. என். சோமயாஜுலு
   விலை அணா 0 8 0

6. **கன்னியர் வீரம்**
   ஸ்ரீ. எம். எஸ். சுப்பிரமணிய ஐயர்
   விலை அணா 0 8 0

7. **ஐசுவரிய அமெரிக்கா**
   ஸ்ரீ. வி. மகாலிங்கம், எம். ஏ.
   விலை அணா 0 8 0

தபால் செலவு தனி. வி. பி. பி. கிடையாது.

சொல்லகராதி (Glossary)

மின்காந்த அலைகள் (Electro magnetic waves)
ஆய்வு சாலை, சோதனைச் சாலை (Laboratory)
அடுக்கம் (Frequency)
ஒலியகம் (Detector)
காந்த ஒலியகம் (Magnetic Detector)
மின்னுரு (Electron)
அயனப்படுதல் (Ionisation)
கதிரியக்கம் (Radioactivity)
அணுக்கரு (Nucleus of the atom)
ஆல்பாகிரணங்கள் (Alpha rays)
பீடாகிரணங்கள் (Beta rays)
காமாகிரணங்கள் (Gamma rays)
நீரக அணு (Hydrogen atom)
நிறமாலைமானி (Spectro-meter)
எல்லியம் (Helium)
நிறையுரு (Proton)
அணு எண் (Atomic number)
அணு நிறை (Atomic weight)
அலியுரு (Neutron)
மிகையுரு (Positron)
மின்சார இயந்திரவியல் (Electrical Technology)
கேளாத ஒலி (Supersonics)
குவார்ட்ஸ் துடிப்பகம் (Quartz vibrator)
அலை நீளம் (Wave length)
விண்ணியல் கிரணங்கள் (Cosmic rays)
உடனியக்கம் (Resonance)
ஒலிக்கவடு (Tuning fork)
பரிவார சுருதிகள் (Overtones)
ஒலியின் பண்பு (Timbre or quality)
யானம் (Medium)
கதி (Velocity)
எதிரொலி (Echo)

எதிர் முழக்கம் (Reverberation)
எதிர் முழக்கத்துக்குரிய காலம் (Time of Reverberation)
முடிகள் (Nodes)
எதிர் முடிகள் (Anti-nodes)
பின்னல் ஸ்வரம் (Complex note)
ஆயதம் (Ellipse)
மும்மை (Cube)
வர்க்கம் (Square)
பவனம் (Atmosphere)
நிறமாலை (Spectrum)
விசும்பு (Ether)
உறைப்பு (Intensity)
வர்க்க இருமை (Fourth power)
மூலகம் (Molecule)
குறுக்கலைகள் (Transverse waves)
அமுக்க அலைகள் (Compressional waves)
நரம்பு கண்ணறைகள் (Nerve cells)
வரியிடுதல் (Scanning)
ஒளியியல் மின்கடம் (Photo-electric cell)
பச்சையம் (Chlorophyll)
தாதுக்கள் (Elements)
நீரக வாயு (Hydrogen)
இறுக்கம் (Pressure)
மங்குல் கருவி (Cloud chamber)
கனிப்பொருள்கள் (Ores)
செறிவு (Density)
உருகுநிலைச் சூடு (Melting point temperature)
மின் தகைவு (Electrical resistance)
மண்டலம் (Circuit)
காடிகள் (Acids)
காரங்கள் (Alkalis)
பதம் மாறி பொரிதல் (Devitrification)
திண்மை (Density)

விஞ்ஞானக் காட்சி

——:o:——

1. விஞ்ஞானிகள்

" மாமுனிவோர் பலர் வாழ்ந்த பொன்னாடு " என்று கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் நம் நாட்டைப் புகழ்ந்து பாடுகிறார். பரந்த வெளியுலகத்தைப்போல் ஒவ்வொரு மனிதன் உள்ளும் மற்றோர் உலகம் இருக்கின்றது. நம் முன்னோர்கள் நம்முள் இருக்கும் இவ்வுலகத்தையே அதிகமாக ஆராய்ந்தார்கள். இதற்காகக் கடுஞ் சோதனைகளும் செய்தார்கள். பலர் அச்சோதனைகளில் ஈடுபட்ட போதிலும் சிலரே வெற்றி அடைந்தார்கள். இவர்களையே 'மாமுனிவோர்' என்று பாரதியார் பாடுகிறார். இவர்களை ஞானிகள் என்றும் கூறுவதுண்டு.

மேல் நாட்டார்கள் வெளி யுலகத் தோற்றத்தில் அதிகம் ஈடுபட்டார்கள். 'வானத்திலுள்ள எண்ணற்ற நக்ஷத்திரங்களின் தன்மை யாது? சூரியன், சந்திரன் முதலிய கிரகங்கள் எவ்வாறு உண்டாயின?' முதலிய விஷயங்களில் இவர்கள் ஈடுபட்டார்கள். ஒளி, ஒலி, மின்சாரம், இயக்கம் முதலியவற்றையும் ஆராய்ந்தார்கள். பொருள்களின் உள் அமைப்பு, செயற்கைப் பொருள்கள் உண்டாகும் விதம் என்பவற்றையும் கவனித்து வந்தார்கள். கோடிக்கணக்காகத் தோன்றும் விலங்கு வகைகளையும், தாவர வகைகளையும் பரிசோதித்து அவற்றின் குணங்களையும் உணர்ந்து வந்தார்கள்.

இவ்வாறாக மருத்துவம், கணிதம் முதலிய பிற துறைகளில் வெளியுலகத் தோற்றத்தின் ஒவ்வோர் அம்சத்தையும் ஆராய்ந்தவர்களையும், ஆராய்ந்து வருபவர்களையும் பொதுவாக விஞ்ஞானிகள் என்று கூறுவார்கள். நம்முள்

இருக்கும் உலகத்தை நன்கு அறிந்த ஞானிகளுக்கும், வெளி யுலகத்தை நன்கு அறிந்த விஞ்ஞானிகளுக்கும் வேற்றுமையில்லை. அறிவு வளர்ச்சிக்கு ஞானம். விஞ் ஞானம் இரண்டும் வேண்டும். எனவே இவ்விருவகை உத்தமர்களின் சேவையும் போற்றத்தக்கதே. இவர் களின் வாழ்க்கையைக் கவனிக்குங்கால் இவர்களின் திட விரதமும், சலியா உழைப்பும், உயிரைத் திருணமாக மதித்த இவர்களுடைய மனப் பான்மையும், இவை போன்ற இன்னும் பல உயர்ந்த குணங்களும் நன்கு புலனாகும். எடுத்துக் காட்டாக விஞ்ஞானிகள் சில ருடைய வாழ்க்கையைப் பற்றிச் சிறிது கூறுவோம்.

மைக்கேல் பாரடே என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி, பூத நூல், ரசாயனம் என்ற இரண்டு பகுதிகளிலும் ஒப்பற்ற சேவை செய்திருக்கின்றார். இவர் ஏழைக் குடும்பத்தில் பிறந்தவர். இவருடைய தகப்பனார் கொல்லன் பட்டறை யில் வேலை செய்து குடும்பத்தை நடத்தி வந்தாராம். இவ ருக்குப் பள்ளிக்கூடத்துப் படிப்பு என்ற வாசனையே இல்லாமல் போய்விட்டது. ஜீவனத்துக்காக இவரும் இளம் வயதிலேயே புத்தகங்கள் பைண்டு செய்துவந்த ஒருவரிடம் வேலைக்கு அமர்ந்தார். விஞ்ஞானப் புத்த கங்கள் பைண்டு செய்வதற்கு வந்தபோது அவற்றை இவர் புரட்டிப் பார்ப்பது வழக்கம். இதன் பயனாக விஞ்ஞான சோதனைகள் செய்ய வேண்டும் என்ற விருப் பம் இவருக்கு உண்டாயிற்று. விருப்பம் நிறைவேற வொட்டாது இருந்த இடையூறுகள் அனைத்தையும் இவர் நன்கு அறிந்தார். இருந்தபோதிலும் இவருடைய ஆர்வம் குன்றவில்லை. அக்காலத்தில் இங்கிலாந்தில் இருந்த பிரசித்தி வாய்ந்த விஞ்ஞானியான ஸர் ஹம்பரி டேவியி னிடம் சென்று தம் விருப்பத்தைத் தெரிவித்துக்கொண் டார். டேவியின் பிரசங்கங்களை அவ்வப்பொழுது இவர் கேட்டுக் குறித்து வைத்திருந்த சில விவரங்களையும் கூட எடுத்துச் சென்றிருந்தார். டேவி அவற்றை வாசித்து விட்டு இவருடைய திறனை வியந்து தம் சோதனைக் கூடத்தில் ஒரு கையாளாக இவரை வைத்துக் கொண்

டார். அது முதற்கொண்டு இவருடைய அறிவும் சோதனைகள் நடத்தும் திறனும் மேன்மேலும் விருத்தி அடைந்தன. நாளடைவில் விஞ்ஞான உலகம் போற்றத் தக்க பல முடிவுகளை இவர் கண்டு பிடிக்கலானார்.

இக்காலத்தை எல்லோரும் மின்சார யுகம் (Age of Electricity) என்று சொல்லுவார்கள். மின்சார சக்தி நம்முடைய வாழ்க்கையில் செய்துள்ள மாறுதலைக் கண்டே இவ்வாறு கூறுகிறார்கள். இதற்குக் காரணம் இந்த விஞ்ஞானிதான். பெருத்த அளவில் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்வதற்கு இவர் கண்டு பிடித்த வழியைத் தான் அனைவரும் பயன்படுத்தி ஏராளமாகப் பணம் சம்பாதித்து வருகிறார்கள். மைக்கேல் பாரடே தாம் கண்டு பிடித்ததைப் பிறருக்கு விற்றுப் பெரிய தனவந்தராக ஆகியிருக்கலாம். ஆனால் இவருக்குப் பணத்தில் ஆசை இல்லை. இவருடைய மனம் அறிவைப் பெருக்குவதில் தான் ஈடுபட்டது. ஏழையாகவே தம் காலத்தை இவர் கழித்தார். அதைக் கொண்டே இவருடைய பெருமையை நன்கு உணரலாம். இவர் சொல் வன்மையும் வாய்ந்தவர். அக்காலத்தில் இவர் பிரசங்கங்களைக் கேட்கத் திரள் திரளாக ஜனங்கள் வருவார்களாம். ஆர்வத்திலும், சொல் வன்மையிலும் இவருக்குச் சளைத்தவர் அல்லர், நம் நாட்டுப் பேரறிஞர் ஸர் சி.வி. ராமன். ஆனால் இவருக்குக் கலாசாலைப் படிப்பு உண்டு. எல்லாப் பரீக்ஷைகளிலும் முதலாவதாகத் தேர்ச்சி பெற்று இளம் வயதிலேயே எம். ஏ. பட்டம் பெற்றார் இவர். கல்கத்தாவில் பெரிய உத்தியோகத்தில் இருந்து வந்தபோது இவருடைய மனம் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் நடத்தவேண்டும் என்று தூண்டிற்று. உத்தியோகத்தை ராஜிநாமாச் செய்து விட்டுக் குறைந்த சம்பளத்தில் கல்கத்தாவிலுள்ள விஞ்ஞான வளர்ச்சிச் சங்கத்தில் சேர்ந்தார். அப்பொழுது இவருடைய உறவினர்களும் நண்பர்களும் இவர் தவறு செய்துவிட்டதாகவே நினைத்தார்கள். பிற்காலத்தில் இவர் அடையப்போகும் புகழை யார்தாம் அப்பொழுது எதிர்பார்க்கக்கூடும்? அங்கிருந்து விஞ்ஞான சோதனைகள்

நடத்தி இவர் கண்ட முடிவுகளின் காரணமாகவே உலகெங்கும் நம் நாட்டின் மதிப்பு உயர்ந்தது. இந்தியர்களுக்கு விஞ்ஞானமே தெரியாது என்று மேல்நாட்டார்கள் நினைத்து வந்தது மாறிற்று. நம் நாட்டில் ஞானிகளைப்போல் விஞ்ஞானிகளும் தோன்றக் கூடும் என்பதை அப்பொழுதுதான் அவர்கள் உணர்ந்தார்கள். இவருடைய ஊக்கமும் மேதா விலாசமும் இவரை நேரில் பார்த்தவர்களுக்குத்தான் தெரியும். விஞ்ஞானத்தில் மிகக் கஷ்டமான விஷயங்களை இவர் எடுத்துச் சொல்லும் முறை இணையற்றது. உலகம் போற்றும் உத்தமர்களுள் இவரும் ஒருவர்.

விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தையே பெரிதாகக் கருதித் தம் உயிரைத் திருணமாக மதித்த விஞ்ஞானிகளும் பலர் உண்டு. ஒளிக் கிரணங்களில் எக்ஸ்—ரேஸ் (X—rays) என்று ஒரு வகை உண்டு. இவை கண்ணுக்குப் புலப்படா. ராண்ட்ஜன் என்ற விஞ்ஞானி இந்தக் கிரணங்களைக் கண்டுபிடித்த போதிலும் இவற்றின் தன்மைகளை அவர் அப்பொழுது நன்கு உணராததால் இக்கிரணங்களுக்கு எக்ஸ்—கிரணங்கள் என்று பெயரிட்டார். ஆஸ்பத்திரிகளில் நோயாளிகளின் சிகிச்சைக்கு இன்றியமையாதனவாக இக்கிரணங்கள் இன்று இருந்து வருவதை அனைவரும் அறிவார்கள். ஒடிந்த எலும்புகளைக் காண்பதற்கும், குடலினுள் ஏற்பட்ட கோளாறுகளை அறிவதற்கும் இவை போன்ற பல காரியங்களுக்கும் எக்ஸ்—ரே படம் எடுத்து, டாக்டர்கள் நோயாளிகளுக்குச் சிகிச்சையை ஆரம்பிப்பார்கள். இக்கிரணங்களைக் கண்டுபிடித்த வெகு நாட்களுக்குப் பிறகே இவற்றின் உபயோகம் தெரியவந்தது.

முதலில் இவற்றின் தன்மை ஒன்றும் தெரியவில்லை. விஞ்ஞானிகள் இவற்றைச் சோதனை செய்யும்போது இவை உடலில் அதிகமாய்ப் புகுவதால் புண்கள் உண்டாவதைக் கண்டார்கள். கெடுதல்களை விளைவித்த போதிலும் இவற்றைப் பரிசோதித்து இவற்றின் குணங்களை

அறிய விஞ்ஞானிகள் தயங்கவில்லை. இவர்களுள் ஒருவரை நாம் என்றும் மறக்கமுடியாது. இவரது பெயர் கிளாரன்ஸ் டாலி (Clarence Dally) என்பது. இவர் இக்கிரணங்களைச் சோதனை செய்து பார்த்தபொழுது இவருடைய இரண்டு கைகளும் புண்களால் பிடிக்கப்பட்டன. சாதாரணப் புண்கள் புற்றுப் புண்களாக மாறின. இருந்தும் இவர் இந்த ஆராய்ச்சியை விடவில்லை. முதலில் இடது கையையும் பின்னர் வலது கையையும் வெட்டி யெடுத்து இவருக்குச் சிகிச்சை செய்தார்கள். செயற்கைக் கைகளின் உதவியைக் கொண்டு மீண்டும் இவர் சோதனைகள் நடத்திவந்தார். இவ்வாறு சில ஆண்டுகள் உழைத்தபின் இவர் இறந்தார். இவரும் மற்ற விஞ்ஞானிகளும் சோதனை செய்ததன் பயனாகவே ஆஸ்பத்திரிகளில் நோயாளிகளுக்கு எக்ஸ்-ரே படம் எடுக்கும்போது இவ்வாறான துன்பங்கள் ஏற்படாதவாறு ரப்பர், ஈயம் முதலிய கவசங்களைக் கொண்டு இக்கிரணங்கள் பாதுகாக்கப் படுகின்றன.

விஞ்ஞான உலகில் பேராசிரியர் ஜே. பி. எஸ். ஹால்டேன் (J. B. S. Haldane) என்ற விஞ்ஞானியை அறியாதவர் ஒருவரும் இருக்கமாட்டார்கள். இவரும் உயிரைத் திருணமாகக் கருதிக் கடுஞ்சோதனைகள் நடத்தினார். ஆனால் தெய்வ சங்கற்பத்தினால் இவர் உயிருக்கு ஆபத்து ஏற்படவில்லை. கார்பன் மானாக்ஸைட் (Carbon monoxide) என்று ஒரு வாயு உண்டு. போதுமான காற்றில்லாத சமயங்களில் கரி எரியும்போது இவ் வாயு உண்டாகும். இது ஒரு கொடிய நச்சுப்பொருள். இது நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலுள்ள காற்றில் கலந்திருந்ததன் பயனாக அநேகர் மாண்டனர். இவ்வாயுவை உட்கொள்வதனால் ஏற்படும் விளைவுகள் யாவை என்பதை அறிய ஹால்டேன் சோதனைக்குத் தம்மையே உள்ளாக்கிக் கொண்டார். ஒரு காற்றறையில் இவர் தம்மை அடைத்துக் கொண்டார். இவ்வறையின் வெளியே யிருந்து உள்ளும், உள்ளே யிருந்து வெளியிலும் எதுவும் செல்ல இயலாது. அவ் வாயுவை உட்கொள்ளாமல், பிராணவாயுவை (Oxygen

உட்கொண்டிருந்த மற்றொருவரைத் தமக்குத் துணையாகக் கொண்டு தம் நிலைமை அவ்வப்போது எப்படி மாறுகிறது என்பதைக் கவனித்துக் குறித்துக் கொள்ளுமாறு செய்தார். வாயுவை உட்கொண்ட சிறிது காலத்திற்குப் பின் இவருடைய நடவடிக்கைகள் விந்தையாயின. ஆடியும், பாடியும், குடிவெறியுடன் இருப்பவர் போல இவர் தோன்றினர். பிரக்ஞையற்று விழும் வரையில் சோதனைகள் நடத்தி இவர் செய்த ஒவ்வோர் அங்க சேஷ்டையையும் அவருடன் இருந்தவர் குறித்துக்கொண்டார். பின்னர் அறையின் வெளியே எடுக்கப்பட்டுச் சிகிச்சை பெற்று இவர் குணமடைந்தார். இங்ஙனம் பல முறை சோதனைகளுக்கு உட்பட்டார்.

இவற்றின் விளைவாகவே சுரங்கத் தொழிலாளர்களுக்கும், வானத்தில் பவனத்துக்கு அப்பால் செல்லும் விமானிகளுக்கும் பயன்படக்கூடிய விஷயங்கள் பல அறியப்பட்டன.

இது போன்ற விஷவாயுக்களால் கொல்லப்படாது தப்பும் வழிகளைப் பற்றின ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டு இறந்த விஞ்ஞானிகள் பலர். விஞ்ஞான அறிவைப் பெருக்கும் அரும்பணியில் இத்தகைய தொண்டு செய்பவர்களை நாம் ஏன் ஞானிகளாகவே கொண்டாடக் கூடாது?

2. முதல் இந்திய விஞ்ஞானி

நம் நாட்டில் ஆங்கிலேயர்களின் ஆட்சிக்கு முதலில் வந்த பாகம் வங்காளம்தான். வெகுநாள் வரை இந்தியாவுக்கு கல்கத்தா நகரம் தலைநகராக இருந்துவந்தது. மேனாட்டு முறையில் பள்ளிக் கூடங்கள் முதலில் ஏற்பட்டதும் வங்காளத்தில்தான். இப்பள்ளிக் கூடங்களில் எல்லாப் பாடங்களும் ஆங்கில பாஷையிலேயே கற்பிக்கப் பட்டன. இவற்றில் படித்தவர்களுக்கு வேலை அதிகமாகக் கிடைத்ததினால் வங்காளத்தின் பல பாகங்களில் இப்புது மாதிரிப் பள்ளிக்கூடங்கள் ஏற்பட்டு நாள

டையில் இந்தியாவின் மற்ற பாகங்களிலும் ஏற்பட்டன. விஞ்ஞான பாடங்களும் கற்பிக்கப் பட்டன. இவற்றை முதலில் கற்கத் தொடங்கினவர்கள் வங்காளிகள் தான்.

அச்சமயம் வங்காளத்திலுள்ள இளைஞர்கள் பலர் இப்பள்ளிக்கூடங்களில் பாடங்களை முடித்துக்கொண்டு மேல்ப் படிப்புக்காக இங்கிலாந்துக்குச் சென்று வந்தார்கள். அக்காலத்தில் ஆங்கிலேயர்களுக்கு சமத்துவமாக விஞ்ஞான அறிவில் இந்தியர்கள் ஒருநாளும் வரமுடியாது என்ற எண்ணம் பெரும்பாலர்களினிடையே இருந்து வந்தது. அச்சமயத்தில் தோன்றி விஞ்ஞான விஷயங்களை நன்கு கற்று மேனாட்டாரைப் போல நூதனமான ஆராய்ச்சிகள் செய்து முதல் இந்திய விஞ்ஞானி என்று பெயர் எடுத்தவர் ஸர். ஜகதீஸ் சந்திரபோஸ் என்னும் பெரியார்.

இப்பெரியார் வங்காளத்தில் 1858 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் 30-ம் தேதி டாக்கா ஜில்லாவைச் சேர்ந்த ராரிகால் என்னும் கிராமத்தில் பிறந்தார். அச்சமயம் பரித்பூரில் இவரது தகப்பனார் டெபுடி கலெக்டராக வேலை பார்த்து வந்தார். நல்லவேலை பார்த்து வந்த போதிலும் நூதனமாக தொழிற்சாலைகளை ஏற்படுத்த வேண்டுமென்று முயன்றதில் பணத்தை எல்லாம் செலவழித்து விட்டார். எனவே படிப்பில் அதிக ஆர்வம் காட்டிய இவரை மேல்ப் படிப்புக்காக இங்கிலாந்திற்கு அனுப்ப முடியாமல் இவர் தகப்பனார் தவித்தார். அவரது மனைவியார் தமது நகைகளை விற்று மகனை இங்கிலாந்துக்கு அனுப்புவதற்கு வேண்டிய பணத்தைக் கொடுத்தார் என்று தெரிகிறது.

வைத்திய பரீக்ஷை தேறுவதற்காக இவர் இங்கிலாந்திற்கு அனுப்பப்பட்ட போதிலும் அங்கு சென்றவுடன் அந்நோக்கத்தை விட்டுவிட்டு பௌதிகம், ரசாயனம், தாவர நூல் முதலிய பகுதிகளில் பரீக்ஷை கொடுத்து கேம்பிரிட்ஜிலும், லண்டனிலும் பட்டம் பெற்றார். அக்காலத்தில் இங்கிலாந்தில் பிரசித்தி பெற்ற விஞ்ஞானி

களான ராலே, மைக்கேல் பாஸ்டர், டார்வின், டீவார் முதலிய வர்கள் இவருக்கு ஆசிரியர்களாக இருந்தார்கள். இவர்கள் எல்லோருடைய நன்மதிப்பையும் போஸ் பெற்றார். படிப்பை முடித்துக் கொண்டு இந்தியாவுக்கு வந்தவுடன் கல்கத்தா இராசதானிக் கல்லூரியில் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டார்.

இயற்கை விநோதங்களைக் கண்டு களிப்பதிலும் அவற்றைப் படம் பிடிப்பதிலும் சில வருஷங்கள் கழித்தார். முப்பத்தைந்து வயதுக்குமேல் தான் மும்முரமாக விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டார் இவர்.

தற்காலம் ரேடியோ மூலம் பிரசங்கங்களையும், பாட்டுகளையும் கேட்டு ஆனந்தித்து வருகின்றோம். இது எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்பதைப் பற்றி அனேகருக்குக்கவலை இல்லை. இதற்காக அனேக ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றன. கம்பிகளின் மூலமாகத் தொலையிலுள்ள இடங்களுக்கு வெகுநாள் வரை சமாசாரத்தை அனுப்பி வந்தார்கள். இதில் செலவு அதிகம். இம்முறைக்கு ஆங்காங்கே தந்தி மரங்களை நாட்டி, கம்பிகளைக் கொண்டு போக வேண்டியிருக்கிறது. கடல் மார்க்கமாக சமாசாரத்தை அனுப்ப முடியவில்லை. எனவே இக்குறைபாடுகளை உத்தேசித்து கம்பியே இல்லாமல் அயல் நாடுகளுக்குச் சமாசாரங்களை அனுப்ப முடியுமா என்று ஆராயப் புகுந்தார்கள்.

செய்திகளை ஏற்றுச் செல்வதற்கு ஓர் சாதனம் வேண்டுமே. இது சம்மந்தமாக செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளில் தான் போஸ் பங்கெடுத்துக் கொண்டார். கடற்கரையில் அனைவரும் அலைகளை கவனித்திருக்கலாம். இவை நீரில் செல்லும் அலைகள். இதைப் போல காற்றில் செல்லும் அலைகளுக்குத்தான் ஒலி அலைகள் என்றுபெயர். இவற்றின் உதவியினால்தான் நாம் ஒலியைக் கேட்கின்றோம். ஒலியைப் போல ஒளியும் அலைகளாகவே பரவிநம் கண்ணில் உணர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது. ஒலி அலைகள் காற்றில் ஒரு விநாடிக்கு ஆயிரத்து நூறு அடி வீதம்

செல்லும். ஆனால் ஒளி அலைகள் விசும்பில் ஒரு விநாடிக்கு நூற்று எண்பத்தாராயிரம் மைல் வீதம் செல்லும். மாக்ஸ்வெல் (Maxwell) என்ற விஞ்ஞானி மின்காந்த அலைகள் (Electro-magnetic waves) என்று மற்றொரு வகை அலைகள் இருக்கவேண்டுமென்றும் அவை ஒளி அலைகள் செல்லும் வேகத்தோடு செல்ல வேண்டுமென்றும் எடுத்துக் காட்டினார். உடனே இத்தகைய அலைகளை எவ்வாறு உற்பத்தி செய்வது என்று விஞ்ஞானிகள் பல இடங்களில் ஆராயத் தொடங்கினார்கள்.

"ஹெர்ட்ஸ்" (Hertz) என்னும் ஜெர்மனி தேசத்து விஞ்ஞானி இவற்றை உற்பத்தி செய்யும் வழியைக் கண்டு பிடித்தார். இச் செய்தி உலகெங்கும் பரவிற்று. பலர் இதுபோல மின்காந்த அலைகளை உற்பத்தி செய்யக்கருவிகள் இயற்றலாயினர். பேரறிஞர் போஸும் இவர்களில் ஒருவர். மற்றவர்கள் இயற்றிய கருவிகளைக் காட்டிலும் இவர் இயற்றிய கருவி மிகவும் சிறியதாகவும் கையாளுவதற்கு எளிதாகவும் இருந்ததினால் எல்லோரும் இதைப் புகழ்ந்தார்கள்.

இது ஒருபுற மிருக்க இவ்வலைகளின் பண்புகளைப் பற்றி இவர் செய்த ஆராய்ச்சிகள்தான் பிரசித்தி பெற்றவை. ஒளி அலைகள் ஒரு கண்ணாடியின் மீது மோதும்போது பிரதிபலனம் ஆவதையும், கண்ணாடி மூலம் ஊடுருவிச் செல்லுவதையும் எல்லோரும் கவனித்திருக்கலாம். இதைப் போல இம் மின்காந்த அலைகள் பாதிக்கப் படுகின்றனவா என்று ஆராய்ந்தார் போஸ். மின்காந்த அலைகளும் ஒளி அலைகளும் ஒரே வகையைச் சேர்ந்தவையே என்று காட்டினார். இத்துடன் இவ்வலைகளைக் கொண்டு ஒலியைப் பரப்பலாம் என்றும் எடுத்துக் காட்டினார்.

இவர் கண்ட முடிவுகளை இங்கிலாந்திலுள்ள பிரபல விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகளில் பிரசுரித்து வெளியிட்டார். இவரைப் போல ஆராய்ச்சிகள் நடத்திவந்த ஆலிவர் லாட்ஜ் என்னும் பேரறிஞர் இவரது முடிவுகளை ஊர்

ஜிதப் படுத்தி இவரை பாராட்டினர். இதன் பயனுக விஞ் ஞான உலகில் இந்தியாவின் சார்பாக முதலிடம் இவ ருக்கு அளிக்கப் பட்டது.

இவரது ஆராய்ச்சிகளின் மற்றொரு பகுதியை இப் பொழுது கவனிப்போம். இவை தாவரங்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள். தாவரங்களின் வளர்ச்சியை கவனித்து அவற்றின் மர்மங்கள் பலவற்றை உணர்ந்தார். உயிரற்ற பொருள்கள் என்று ஒன்றுமே கிடையாது என்ற முடி வுக்கு வந்தார். பிராணிகளின் வாழ்வைப் போல தாவ ரங்களும் வாழ்வதைக் கண்டார். பிராணிகளைப் போல தாவரங்களுக்கும் உணவு இந்திரியங்கள் இருப்பதைக் காட்டினர். பிராணிகளி னிடத்திலுள்ள இருதயம் எவ் வாறு இரத்தக் குழாய்களின் மூலம் இரத்தத்தை அனுப் புகின்றதோ அதைப்போல தாவரங்களிலும் நடை பெறு கிறது என்றும் காட்டினர். மயக்க மருந்தால் பிராணி களை நினைவிழக்கச் செய்வதுபோல தாவரங்களையும் நினை விழக்கச் செய்யலாமென்றும் காட்டினர். ஓர் மரத்துக்குக் குளோரோபாரம் கொடுத்து அது பிராணிகளைப் போல நினைவிழப்பதைப் பார்த்தார். மின்சாரத்தைக் கொண்டு பிராணிகளில் அதிர்ச்சியை உண்டு பண்ணலாம். அதிர்ச்சி யினல் பிராணிகள் அவஸ்தைப் படுவதை நாம் பார்க் கிறோம். அதைப் போல தாவரங்களும் அதிர்ச்சியினல் அவஸ்தைப் படுவதை தக்க கருவிகளைக் கொண்டு நிரூ பித்துக் காண்பித்தார்.

மேற்கொண்டு சில சோதனைகளில் தாவரங்களுக்கும் விஷத்தினல் தீங்கு நேரிடுவதைக் கண்டார். விஷம் சிறி தளவு கொடுக்கப்பட்டால் செடி கொடிகள் சுறு சுறுப் பாக வளர்வதையும் அதிகமாகக் கொடுக்கப் பட்டால் உடனே இறந்து விடுவதையும் கண்டார். இவ்வாருக சோதனைகள் பலவற்றைச் செய்து உயிரற்ற பொருள்க ளென்று நாம் கருதும் தாவரங்களினிடத்தும் உயிருக் குரிய உணர்ச்சி இருப்பதை எடுத்துக் காட்டினர். இச் சோதனைகளுக்காக இவர் இயற்றிய கருவிகள் மிகவும் நுட்பமானவை. இக் கருவிகளின் சூக்ஷமங்கள் எல்லா

விஞ்ஞானிகளையும் திகைக்கச் செய்தன. இவரது "கிரெஸ் கோகிராப்" crescograph என்னும் கருவியால் இயக்கத்தை பத்து லக்ஷம் மடங்கு பெருக்குவதற்கு வசதி இருந்தது.

பாரிஸ் நகரத்தில் அச்சமயம் நடைபெற்ற விஞ்ஞான மகாநாட்டிற்குச் சென்று இவர் கண்ட முடிவுகளை எடுத்துரைத்தார். பலர் இவற்றை ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. ஆனால் இவருக்கு ஆசிரியர்களாக விருந்த "ராலே" "டீவார்" என்ற விஞ்ஞானிகள் இவரது ஆராய்ச்சிகளைக் கண்டு வியந்து இவரை இங்கிலாந்துக்கு அழைத்துச் சென்று "டேவி" சோதனைச் சாலையில் இதுபோன்ற ஆராய்ச்சிகள் நடத்துவதற்கு வசதி அளித்தார்கள். அங்கு சில காலம் தங்கி, பின் இந்தியாவுக்குத் திரும்பினார் போஸ்.

இவர் இராசதானி கல்லூரியிலிருந்து விலகியவுடன் ஆராய்ச்சிகளை நிறுத்தாமல் செய்து வருவதற்காக ஓர் சோதனைச்சாலையின் அவசியத்தை உணர்ந்து அதை ஸ்தாபிப்பதற்கு வேண்டிய முயற்சியை எடுத்துக் கொண்டார். கவர்ன்மெண்டாரும் பல தனவந்தர்களும், இவருக்குப் பண உதவி அளித்தார்கள். மேலும் இவருக்குக் கிடைத்த சம்பள பாக்கி முழுவதையும் இதற்குக் கொடுத்தார். கட்டிடத்தைக் கட்டி ஆராய்ச்சிகளுக்கு வேண்டிய கருவிகளைச் சேகரித்து சோதனைச் சாலையை ஸ்தாபித்தார். இதற்கு "போஸ் இன்ஸ்டிட்யூட்" Bose Institute என்று பெயர். இப்பொழுதும் இங்கு தாவர நூற்பகுதியில் ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன.

இவரது அரிய சேவையைப் பாராட்டி இவருக்கு கவர்ன்மெண்டார் பல பட்டங்கள் அளித்தார்கள். இங்கிலாந்திலுள்ள அரசாங்கக் கழகமும் (Royal Society) இவரை அங்கத்தினராக (F. R. S.) தேர்ந்தெடுத்தது. 1937-ம் ஆண்டின் இறுதியில் இவரது பூத உடல் மறைந்தது.

இவர் விஞ்ஞான அறிவு வளர்ச்சிக்குச் செய்த பேருதவி ஒருபுற மிருக்க நம் நாட்டின் செல்வாக்கை விஞ்ஞான உலகில் இவர் உயர்த்தினதைத்தான் நாம் அதிகம் பாராட்ட வேண்டும்.

இவரது வழியைப் பின்பற்றித்தான் தற்காலம் இந்தியாவின் பல பாகங்களில் விஞ்ஞானிகள் அறிவு வளர்ச்சியில் ஈடுபட்டு வருகின்றார்கள். இவர் செய்தது போல நாட்டிலுள்ள ஒவ்வொரு பிரபல விஞ்ஞானியும் தனவந்தர்களின் உதவியைக் கொண்டோ அல்லது கவர்ன்மெண்டாரின் உதவியைக் கொண்டோ அவரவர் துறைகளில் ஆராய்ச்சிகள் செய்வதற்கென்றே சோதனைச் சாலைகளை ஏற்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு செய்து பலருக்கு இப்பயிற்சி அளித்தால் தான் அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளைப்போல நம் தேசத்து விஞ்ஞானிகளுடன் நாம் முன்னேற முடியும்.

விஞ்ஞான அறிவு வளர்ச்சியில் முதன் முதலில் ஈடுபட்டு நமக்கு வழி காட்டியாக இருந்தவர். ஜகதிஸ் சந்திர போஸுக்கு நாம் என்றும் கடமைப்பட்டிருக்கிறோம்.

3. லார்டு ரூதர்போர்டு

அறிவு வளர்ச்சிக்குப் பாடுபட்ட உத்தமர்களில் ஒருவரான லார்டு ரூதர்போர்டு ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள பிரைட் வாடர் என்னும் ஊரில் 1871-ம் வருஷம் ஆகஸ்ட் மாதம் 30-ம் தேதி பிறந்தார். இவரது பாட்டனார் ஸ்காட்லாண்டு தேசத்திலிருந்து பிழைப்புக்காக ஆஸ்திரேலியா சென்று குடியேறியவர். மரம் அறுத்து ஜீவனம் நடத்திவந்தார். பின்னர் இவரது தகப்பனாரும் அத்தொழிலையே பின்பற்றி வாழ்ந்து வந்தார். இத்தகைய எளிய குடும்பத்தில் தமது பெற்றோர்களின் பன்னிரண்டு குழந்தைகளில் ஒருவராக லார்டு ரூதர்போர்டு பிறந்தார். செயலற்றவராய் இருந்த போதிலும் ரூதர்போர்டின் அபார புத்தி கூர்மையைக்கண்டு அவர் தகப்பனார் நியூஸிலாந்திலுள்ள காண்டர்பரி காலேஜில் படிக்கவைத்தார். பி.ஏ., எம்.ஏ. முதலிய பரிக்ஷைகளில் முதலாகத்தேறி அநேக பரிசுகள் பெற்றார். இங்கிலாந்திலுள்ள கேம்பிரிட்ஜ் நகரத்திலுள்ள காவண்டிஷ் ஆய்வுசாலைக்கு அனுப்பப்பட்டார். அச்சமயம்

ஜே. ஜே. தாம்ஸன் என்ற பெரியார் ஆய்வுசாலையின் தலைமை ஆசிரியராக இருந்து வந்தார். ரூதர்போர்டின் புத்தி கூர்மையையும், உழைப்பையும் கண்டு வியந்தார். சிலகாலம் அவருடன் கூட இருந்து பரிசோதனைகள் நடத்திவந்தார். பின்னர் ஜே. ஜே. தாம்ஸனின் அனுமதியின் பேரில் கானடாதேசத்து மக்கில் சர்வகலாசாலையின் ஆசிரியராகச் சென்று அங்கு இருக்கும்போது தான் அனேக விஷயங்களைப் புதிதாகக் கண்டுபிடித்து வெளியிட்டார். எட்டு வருஷங்கள் அங்கு தங்கி இங்கிலாந்துக்கு மறுபடியும் திரும்பி மாஞ்செஸ்டர் கலாசாலையின் ஆசிரியராகச் சென்றார். பின்னர், காவண்டிஷ் ஆய்வு சாலையின் தலைவர் ஜே. ஜே. தாம்ஸன் விலகியவுடன் அதன் தலைவராக நியமிக்கப்பட்டார். உலகிலுள்ள விஞ்ஞான ஸ்தாபனங்கள் அனைத்திலும் காவண்டிஷ் ஆய்வு சாலையே பிரசித்தி பெற்றிருந்தது. அதனைத் திறம்பட நடத்திவந்தார். உலகின் எல்லாப் பாகங்களிலிருந்தும் மாணவர்கள் இவருடன் சேர்ந்து உழைக்கத் திரளாக வந்தார்கள். இவர் துணை ஆசிரியர்கள், மாணவர்கள் இவர்களுடன் பழகுவதே அலாதியாக இருந்தது என்று கூறப்படுகிறது. ஆடம்பரம் சிறிது மில்லாமல் எல்லோரையும் சரி சமானமாகவும், மிகுந்த பக்ஷத்துடனும் நடத்தி வந்தார். மாணவர்கள் இவரை தகப்பனார் என்றே கருதி வந்தார்கள். இவரது புகழ் நாளுக்கு நாள் எங்கும் பரவிற்று. இவருக்கு நோபல் பரிசு தரப்பட்டது. ராயல் ஸொஸைடியின் தலைவராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். இச்சங்கத்தின் சார்பாகப் பல பிரமுகர்களுடன் சில வருஷங்களுக்கு முன் நம்நாட்டில் நடந்த அகில இந்திய விஞ்ஞான சங்கத்தின் வெள்ளிவிழாக் கூட்டத்திற்கு வர இருந்தார். ஆனால் விதியின் பயனாக நோய்கண்டு 1937-ம் வருஷம் அக்டோபர் மாதம் 15-ம் தேதியன்று இறந்து விட்டார். இவரது தலைமை உரை அக்கூட்டத்தில் ஜேம்ஸ் ஜீன்ஸ் என்ற மற்றொரு பெரியாரால் வாசிக்கப்பட்டது. இவரது பிரிவை விஞ்ஞான உலகம் முழுவதும் வருந்திற்று. இப்பெரியாரின் புகழுக்குக் காரணமாயுள்ள அவரது வேலையை இப்பொழுது கவனிப்போம்.

எம். ஏ. பரீக்ஷைக்காக வாசித்துக் கொண்டிருந்த பொழுது ஹெர்ட்ஸ் என்ற பெரியாரால் உற்பத்தி செய்து காண்பிக்கப்பட்ட மின்காந்த அலைகளின் மீது இவரது கவனம் சென்றது. அடுக்கம் (Frequency) மிகுந்த அவ் வலைகளைக் கொண்டு அயல் நாடுகளுக்குச் சமாசாரம் முதலியவற்றை அனுப்ப கூடுமென்று விஞ்ஞானிகள் உணர்ந்தார்கள். எனவே செய்தி அனுப்புமிடத்தில் இவ் வலைகளின் மீது பதிவு செய்யப்பட்ட ஒலித்துடிப்புகளை கேட்குமிடத்தில் மீண்டும் பெருவதற்குண்டான சாதனங்களை இயற்றலானார்கள். இவற்றிற்கு ஒலியகங் கள் (Detectors) என்று பெயர். ரூதர்போர்டு இச்சாத னங்களில் ஒன்றான காந்த ஒலியகம் என்பதை இயற்றி, கல்லூரி மாணவர்களுக்கும், ஆசிரியர்களுக்கும் பரி சோதித்துக் காண்பித்தார். ஆஸ்திரேலியாவில் மின்காந்த அலைகளைப் பயன்படுத்திக் காண்பித்தது இதுவே முதல் தடவையாகும். இவர் கேம்பிரிட்ஜ் ஜுக்கு வந்த பின்ன ரும் இவர் கண்டு பிடித்த காந்த ஒலியகத்தைத் திருத்தி அமைப்பதில் சிலகாலம் செலவிட்டார். இவர் வந்த சமயம் விஞ்ஞான உலகில் வியக்கத்தக்க இரண்டு நிகழ்ச் சிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தன. ஒன்று ஜே. ஜே. தாம்ஸன் கண்டுபிடித்த மின்னுரு (Electron); மற்றொன்று ராண்ட்ஜன் கண்டுபிடித்த எக்ஸ்—கிரணங்கள். எக்ஸ்—கிரணங்கள் ஒரு வாயுவின் மூலமாகச் சென்றால் அவ்வாயு அணுக்கள் சிதறுண்டு மின்னுருக்களாகவும், மற்றவை களாகவும் பிரிந்துவிடுகின்றன எனக்கண்டார்கள். இந் நிகழ்ச்சி அயனப்படுதல் (Ionisation) எனப்படும். இவ் வாறு அயனப்படுத்தப்பட்ட வாயுக்களின் இயல்புகளை ஆராய்ந்து அவற்றுக் குண்டான விதிகளை ரூதர் போர்டு தான் பரிசோதித்துக் காண்பித்தார்.

கதிரியக்கம் (Radioactivity), அணுக்கருவு இவைகளைப் பற்றி இவர் கண்டுபிடித்த விஷயங்களே இவருக்கு என்றும் அழியாப்புகழைத் தந்தன. 1896-ம் ஆண்டில் ஹென்றிபெக்குவரல் என்னும் பிரெஞ்சு அறிஞர் கதிரியக் கத்தைக் கண்டுபிடித்த போதிலும் இக்கதிரியக்கத்தின்

இயல்பையும், அதன் விளைவுகளையும் நன்கு ஆராய்ந்து உலகிற்குக்காட்டியவர் ரூதர் போர்டேயாவர். அணுக்கருவின் அமைப்பைப் பற்றிய அறிவெல்லாம் இவர் கண்ட முடிவுகளைக்கொண்டு பெற்றதேயாகும். இவற்றைச் சற்று விரிவாக இங்கு கவனிப்போம்.

சில தாதுப்பொருள்களிலிருந்து தாமாகவே கிரணங்கள் வெளிப்படுவதே கதிரியக்கம் என்னும் நிகழ்ச்சியாகும். உதாரணமாக யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் என்னும் தாதுக்களில் சிறிதளவு எடுத்துக்கொண்டு காணலாம். இவர் ஒரு ஈயக்கிண்ணத்தில் சிறிதளவு யுரேனியத் தாதுவை எடுத்துக்கொண்டு, அதனின்று வெளிவரும் கிரணங்களைச் சோதனை செய்து மூன்றுவகைக் கிரணங்கள் வெளிவருவதைக் காட்டினர். இக் கிரணங்களுக்கு ஆல்பா—கிரணங்கள், பீடா—கிரணங்கள், காமா—கிரணங்கள் என்று பெயரிட்டார். மேலும் சோதனைகள் நடத்தி ஆல்பா—கிரணங்கள் மிகைச் சுமையேறிய துகள்கள் என்றும், பீடா—கிரணங்கள் குறைச்சுமை கொண்ட மின்னுருக்களே என்றும் காட்டினர். ஆனல் காமாக் கிரணங்கள் ஒரு வித மின்சுமையும் இல்லாமலிருப்பதை அறிந்தார். பதார்த்தங்கள் மூலம் இக் கிரணங்களெல்லாம் ஊடுருவிச் செல்லும் சக்திவாய்ந்திருப்பதையும், வாயு அணுக்களைச் சிதறடித்து அயனப்படுத்தும் திறமையும் பெற்றிருப்பதைக்கண்டார். இவ்வியல்புகள் ஒவ்வொருவித கிரணங்களுக்கும் ஒவ்வொருவிதமாக இருப்பதை உணர்ந்தார். பீடா—கிரணங்கள், காமா—கிரணங்கள் இவற்றைக் காட்டிலும் ஆல்பா—கிரணங்கள் மீது இவரது கவனம் அதிகம் சென்றது. இவ்வாராய்ச்சிகளில் ஸாடி என்ற மற்றொரு பிரசித்தி பெற்ற விஞ்ஞானியும் இவருடன் உழைத்து வந்தார். ஆற்றலின் அழிவின்மை விதிக்குமாறுக இக்கதிரியக்க தாதுக்கள் ஓயாமல் கிரணங்களை வெளியிடுவது அத்தாதுக்களின் அணுக்கள் சிதைவுறுவதால் ஏற்படும் நிகழ்ச்சி என்று இருவரும் கூறினர்கள். பீடா துகள்களைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு ஆல்பா கிரணங்கள் நிறை

கொண்டிருப்பதைக் கண்டார்கள். ஆல்பா துகள் நீரக அணுவின் நிறையில் (Hydrogen atom) நான்கு மடங்கு கொண்டிருப்பதை அறிந்தார்கள். கதிரியக்கத்தினால் கனமான அணுக்கள் தாமாகச் சிதைந்து ஆல்பா துகள்களை வெளியிட்டு, எளிய அணுக்களாக மாறுவதைக்கண்டார்கள். யுரேனியம், தோரியம் முதலிய பொருள்களில் எல்லிய (Helium) மும் கூடக் காணப்படுவதிலிருந்து ஒருகால் கதிரியக்கச் சிதைவினால் எல்லியம், யுரேனியம், தோரியம் முதலிய தாதுக்களின் அணுக்களிலிருந்து வெளியிடப்பட்டிருக்குமோ என்று ரூதர்போர்டு சந்தேகித்தார். அப்படியானால் ஆல்பா துகள்களும் எல்லியமும் ஒன்ருயிருக்குமோ என்று நினைத்தார். நிறமாலைமானியை (Spectrometer)க் கொண்டு பரிசோதனைகள் நடத்தி இரண்டும் ஒன்றே என்று நிரூபித்துக் காண்பித்தார். மேலும் கதிரியக்கம் சூடு முதலிய பௌதிக நிலைகளினாலும், இரசாயன மாறுபாடுகளினாலும் பாதிக்கப்படாமலிருப்பதைக் கண்டார்.

மேற்கூறிய கதிரியக்கம் தானாகவே ஏற்படுவது. இந்நிகழ்ச்சியே யன்றிக் கதிரியக்கத்தைத் தூண்டவும் செய்யலாம் என்று அறிந்தார். கதிரியக்கச் சிதைவினால் ஒரு தாது மற்றொரு தாதுவாக மாறுவதைக்கொண்டு இழிந்த உலோகங்களை மாற்றுயர்ந்த பொன்னாக்க முயன்ற பண்டைக்காலத்து இரசவாதிகளின் கனவு உண்மையே என்று கூறினார். இவ்வாறாகக் கதிரியக்கத்தைப்பற்றி அனேக விஷயங்களை அறிந்து வெளியிட்டார்.

இவ்வாராய்ச்சிகளின் முடிவுகளே அணு அமைப்பைப்பற்றித் தற்காலம் வழிங்கிவரும் கொள்கைக்கு ஆதாரமாயிற்று. இதில் இவருக்கு பேருதவி செய்தவர்கள் மாஸ்லி, நீல்ஸ்போர் என்னும் விஞ்ஞானிகள் ஆவர். ஜே. ஜே. தாம்ஸன் மின்னுருக்களைக் கண்டுபிடித்ததும் ஒவ்வொரு அணுவிலும் இத்தகைய மின்னுருக்கள் இருக்க வேண்டுமென்று அறிந்தார்கள். இச்சிறு துகள்கள் குறைச் சுமை ஏற்றிருப்பதை முன்பு கண்டோம். அணுக்கருவிலிருந்து கதிரியக்கத்திலே ஆல்பா துகள்கள் வெளிப்படுவ

தான் கருவில் ஆல்பா துகள்கள் இருப்பது தெளிவாயிற்று. ரூதர்போர்டு இத்துகள்கள் மிகைச்சுமைகொண்டு இருப்பதையும், அணுவின் விட்டத்திலே இவை மிகச் சிறிதான பாகத்தினளவே இருப்பதையும் கண்டார். எனவே மிகைச் சுமை கொண்டுள்ள பாகம் கருவு (nucleus) எனப் பெயர் பெற்றது. எல்லா அணுக்களின் நிறையும் நீரக அணு நிறையின் பல மடங்காக இருப்பதால் சில அணுக்களிலே நீரக அணுக்கருவாகிய நிறையுரு (Proton) இருக்கவேண்டியிருக்கிறது. கருவைச்சுற்றி மின்னுருக்கள் ஓடிவரவேண்டுமென்று ரூதர்போர்டு கருதினார். ஒவ்வொரு அணுவிலும் இவ்வாறு ஓடிவரும் மின்னுருக்களின் அளவு கருவின் மிகைச்சுமைக்குச்சரியாக இருப்பதை உணர்ந்தார். இதுவே அணு எண் (Atomic number) எனப்படும். மாஸ்லி என்ற பேரறிஞரின் பரிசோதனைகளினால் இவ்வணு எண்ணின் பெருமை வெளிப்பட்டது. இரசாயன இயல்புகளைப் பற்றியவரை ஒவ்வொரு தாதுவுக்கும் அதன் அணு நிறையைவிட அணு எண்ணே அடிப்படையானது எனக்கண்டார்கள். அணுக்கருவிலிருந்து பீடா துகள்கள் வெளிப்படுவதால் கருவில் ஆல்பா துகள்களுடன் பீடா துகள்களாகிய மின்னுருக்களும் இருக்கின்றன என்று ரூதர்போர்டு காட்டினார். சமீபத்தில், இவருடன் ஆராய்ச்சி நடத்திவந்த சாட்விக் என்ற விஞ்ஞானி நீரகக் கருவின் நிறையும் அதோடு அலிச்சுமையையும் கொண்ட அலியுரு (Neutron) என்னும் ஒரு துகளைக்கண்டுபிடித்தார். ஆண்டர்ஸன் என்ற மற்றொரு விஞ்ஞானி மின்னுருவின் நிறையும், அதற்குச் சமமான மிகைச்சுமையும் கொண்ட மிகையுரு (Positron) என்னும் மற்றொரு துகளைக் கண்டுபிடித்தார். அணு அமைப்பில் இவையும் பங்கு எடுத்துக் கொள்வதாகக் கருதப்படுகின்றன. இதனால் அணு அமைப்பைப்பற்றிய கருத்துகள் சிறிது மாறுபாடடையக் கூடும். இவ்வாறாக அணு அமைப்புக் கருத்துகள் முழுவதும் ரூதர்போர்டின் ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக ஏற்பட்டவையே என்பதை நோக்க அப்பெரியாருக்கு விஞ்ஞான உலகம் என்றும் கடமைப்பட்டிருக்கின்றது என்று சொல்லாமலே விளங்கும்.

4. சோதனைச் சாலை

பிரபஞ்சத்திலே உள்ள பல்வேறு பொருள்களின் தத்துவங்களையும், பல்வேறு சக்திகளின் தன்மைகளையும் அறிந்து கொள்ள வேண்டுமென்று விஞ்ஞானிகள் வெகு காலமாக முயன்று வருகின்றார்கள். ஆனால் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலிருந்துதான் இவர்கள் வெற்றி பெற்று வருகின்றார்கள் என்று கூற வேண்டும். விஞ்ஞான வளர்ச்சி மேல்நாடுகளிலேதான் அதிகம் ஏற்பட்டு வருகின்றது என்று கூறத் தேவையில்லை. இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறலாம். அவற்றில் குறிப்பாக இரண்டை மட்டும் குறிப்பிட வேண்டும். மேல் நாடுகளில் உள்ள பல்கலைக் கழகங்களிலும் பள்ளிக்கூடங்களிலும் வெகு காலமாக விஞ்ஞானக்கலை பாடமாக சேர்க்கப்பட்டு மக்களிடையே விஞ்ஞான அறிவு பரப்பப்பட்டு வருகின்றது. விஞ்ஞான வளர்ச்சியில் ஆர்வங்கொண்ட ஆசிரியர்களும், மாணவர்களும் சோதனைகள் பலவற்றை நடத்துவதற்கு பல்கலைக் கழகங்கள் வசதி அளித்து வருகின்றன. பல இடங்களில் உள்ளவர்கள் அடிக்கடி சந்தித்து தங்களுடைய அறிவைப் பகிர்ந்து கொள்வதற்கும், சந்தேகங்களை நிவர்த்தி செய்து கொள்வதற்கும் வசதிகள் அனேகமிருக்கின்றன. மேலும் பிரபல விஞ்ஞானிகளைக்கொண்டு பொது ஜனங்களுக்கென்றும், சிறுவர்களுக்கென்றும் பல இடங்களில் பிரத்தியேகமாகக் கூட்டங்களை நடத்தி விஞ்ஞான அறிவைப் பரப்பி வருகின்றார்கள். இது ஒரு காரணம். மற்றொன்று அங்குள்ள தொழிற்சாலைகள். வியாபாரத்திற்காக அவர்கள் பெருவாரியாய் பண்டங்களை உற்பத்தி செய்வதற்கு ஆங்காங்கே ஆலைகள் ஏற்படுத்தி இருக்கின்றார்கள். விஞ்ஞான வியலான இத் தொழிற்சாலைகள் விஞ்ஞான வளர்ச்சியைப் பெருக்கி வருகின்றன. சீக்கிரமாகவும், சிறந்ததாகவும் பண்டங்களைத் தயாரிப்பதற்கு விஞ்ஞானத்தின் உதவி அவசியம் என்று உணர்ந்து ஆலைகளிலேயே விஞ்ஞான அறிவுச் சோதனைகள் நடத்துவதற்கு வேண்டிய வசதிகள் ஏற்படுத்திக் கொடுத்திருக்கின்றார்கள். எனவே மேல் நாடு

களில் விஞ்ஞான அறிவு முன்னேறிக்கொண்டு செல்லுகின்றது. நம் நாட்டில் ஆங்கிலேயர் அரசாட்சி ஏற்பட்டவுடன் அவர்கள் கல்விமுறையை இங்கு கையாண்டார்கள். அதில் விஞ்ஞானமும் ஒரு பாடமாக அமைந்தது. இப்பொழுது நம்மிடையே பத்தொன்பது சர்வ கலாசாலைகள் இருக்கின்றன. அநேக உயர்தர பள்ளிக்கூடங்கள் இருக்கின்றன. எல்லாவற்றிலும் விஞ்ஞானம் பாடமாய்க் கற்பிக்கப்பட்டு வருகின்றது. ஆனாலும் விஞ்ஞான வளர்ச்சி இங்கு ஏன் ஏற்படவில்லை என்றுகேட்கலாம். இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறலாம். முக்கியமாக பள்ளிக்கூடங்களிலும், கலாசாலைகளிலும் விஞ்ஞானம் நல்ல முறையில் கற்பிக்கப்படவில்லை, என்று கூறவேண்டும். விஞ்ஞான அறிவு மாணவர்களுக்கு நன்குக ஏற்படுவதற்கு சோதனைகள் முக்கியம். அவற்றுக்கு வேண்டியவாறு வசதிகள் அனேக பள்ளிக்கூடங்களில் இல்லை. கல்லூரிகளிலும் அவ்வாறே, மேல் நாடுகளில் இருப்பதைப் போல் நம்நாட்டில் விஞ்ஞானத்தை வளர்ப்பதற்கு வேண்டிய பெரிய தொழிற் சாலைகள் இல்லை. கலாசாலைகளில் கற்பிக்கப்படும் விஞ்ஞானமும் நாட்டிலுள்ள இரண்டொரு முக்கிய தொழிற்சாலைகளுடன் கூட தொடர்பு இல்லாத வகையில் கற்பிக்கப்படுகின்றன.

மேல் நாடுகளில் விஞ்ஞானத்தைப் போற்றுவதற்கு தொழிற்சாலைகள், கலாசாலைகள் இவற்றைத் தவிரவேறு சில பிரத்யேகமான சோதனைச் சாலைகள் இருக்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் அந் நாட்டிலுள்ள பணக்காரர்களின் உதவியினுல் நடைபெற்று வருகின்றன. உதாரணமாக இங்கிலாந்திலுள்ள காவெண்டிஷ் சோதனைச் சாலையைக் (Cavendish Laboratory) கூறலாம். இது உலகிலுள்ள எல்லா சோதனைச் சாலைகளைக் காட்டிலும் மிகப்பிரசித்தி பெற்றது. 1874-ம் ஆண்டில் ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. விஞ்ஞான உலகில் தலை சிறந்து விளங்கிய மாக்ஸ்வெல் என்ற விஞ்ஞானி இதன் முதல் தலைவராக இருந்தார். இவரும் இவருக்குப் பின் வந்த விஞ்ஞானிகளும் இச் சோதனைச்

சாலையில் மெச்சத்தகுந்த ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி அனேக புது விஷயங்களைக் கண்டுபிடித்தார்கள். இதில் சேர்ந்து ஆராய்ச்சிகள் நடத்தும் விஞ்ஞானிகளுக்கு தனிப் பெருமை உண்டு. உலகின் பல பாகங்களிலிருந்தும் விஞ் ஞானிகள் இங்கு வருகின்றார்கள். இது போன்ற சோதனைச் சாலைகள் ஒன்று கூட நம் நாட்டில் இல்லாமலிருந்தது.

இதை உணர்ந்து காலஞ்சென்ற ஜே. என். டாடா என்பவர் இத்தகைய ஒரு சோதனைச் சாலையை ஏற்படுத்த முன்வந்தார். இவர் பார்ஸி வகுப்பைச் சேர்ந்த பெரிய தனவந்தர்- இவர் சுமார் முப்பது லக்ஷம் ரூபாய் பெறுமானம் உள்ள ஒரு ஸ்தாபனத்தை ஒரு விஞ்ஞான வளர்ச்சிக்காக ஏற்படுத்துவதற்கு திட்டத்தைத் தயார் செய்து, அதற்கு வேண்டிய தொகையைத் தாம் கொடுப்பதாக வாக்களித்து, லார்டு கர்ஸான் வைஸ்ராயாக இருந்த போது, இந்திய சர்க்காரிடம் விண்ணப்பம் செய்து கொண்டார். கவர்ன்மெண்டார் இத்திட்டத்தை தக்க விஞ்ஞானிகளைக் கொண்டு பரிசீலனை செய்து அமுலுக்குக் கொண்டுவரும் தருவாயில் ஜே. என். டாடா இறந்து விட்டார்.

இவரது பிள்ளைகளே இக்காரியத்தை நிறைவேற்றி வைத்தார்கள். எந்த இடத்தில் சோதனைச் சாலையை ஏற்படுத்துவது என்று சிலகாலம் விவாதம் நடந்து, முடிவாக மைசூர் கவர்ன்மெண்டாரின் தூண்டுதலினால் பங்களூரிலேயே இச்சாலையை ஏற்படுத்தினார்கள். *1911*-ம் வருஷம் தான் கட்டிடங்கள் கட்டி முடிந்து வேலை துவக்கமாயிற்று. டாக்டர் டிராவெர்ஸ் (Dr, Travers F. R. S.) என்ற விஞ்ஞானி இதற்கு முதல் தலைவராக நியமிக்கப்பட்டார். சோதனைச் சாலையின் சென்ற வருஷத்திய அறிக்கையில் இதன் தற்போதைய வருமானம் சுமார் பத்து லக்ஷம் ரூபாய் என்றும், செலவு சுமார் பதினொரு லக்ஷம் ரூபாய் என்றும் கண்டிருக்கிறது. வருமானத்தில் பெரும் பகுதி டாடா ஏற்படுத்திய மூலதனத்தின் வட்டி ஆகும். இதற்கு இந்தியா கவர்ன்மெண்டார் பிரதி வருஷமும்

ஒன்றரை லக்ஷம் ரூபாயும், மைசூர் கவர்ன்மெண்டார் ஒரு லக்ஷம் ரூபாயும், நைஸாம் கவர்ன்மெண்டார் பதினையிரம் ரூபாயும் கொடுக்கின்றார்கள். இதைத் தவிர சென்னை, பம்பாய் மாகாண கவர்ன்மெண்டார்கள் வருஷத்திற்கு ஐயாயிரம் ரூபாய் கொடுக்கின்றார்கள். இதன் நிர்வாகத்தை பதினன்கு பேர் அடங்கிய சபை ஒன்று நடத்தி வருகின்றது. விஞ்ஞான சம்பந்தமாக சோதனைச் சாலையின் தற்போதைய தலைவர் ஜே. ஸி கோஷ் என்ற பிரசித்திபெற்ற விஞ்ஞானி ஆவர். இதில் பௌதீகம், ரஸாயனம், மின்சார இயந்திர வியல் (Electrical Technology) எனப் பல பிரிவுகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு தலைவர் உண்டு. பௌதிகப் பிரிவுக்கு நோபல் பரிசு பெற்ற நம்நாட்டுப் பேரறிஞர் ஸர் ஸ். வி. ராமன் அவர்கள் தலைவராக இருக்கிறார்.

இப்பிரிவுகள் எல்லாவற்றிலும் அனேக ஆசிரியர்களும், மாணவர்களும் இருக்கின்றார்கள். அறிக்கையில் சென்ற வருஷத்தில் இரு நூற்றுப்பதினறு மாணவர்கள் விஞ்ஞான சோதனைகளில் ஈடு பட்டிருந்ததாகக் கூறப்படுகின்றது. இவர்கள் எல்லோருக்கும் உபகாரச் சம்பளம் பல மாகாண கவர்ன்மெண்டார்களினல் கொடுக்கப்படுகின்றன. பல பகுதிகளில் சோதனைகள் நடத்துவதற்கு வேண்டிய வசதிகளுடன் மாணவர்களுக் கென்று ஒரு விடுதியும் ஒரு புத்தகசாலையும் இருக்கின்றன. இதிலுள்ள ஆசிரியர்கள் ஒவ்வொருவரும் அவர் ஆராய்ச்சி செய்து வரும் துறையில் பிரசித்தி பெற்றவர்கள். இவர்களுக்கு உதவி செய்ய சேர்க்கப்படும் மாணவர்கள் இந்தியாவிலுள்ள எல்லா சர்வ கலாசாலைகளிலிருந்தும் பொறுக்கி எடுக்கப்படுகின்றார்கள். எனவே இங்கு ஆராய்ச்சிகள் செய்துவருபவர்களின் வேலைத் திறனைப் பற்றியும், ஆற்றலைப் பற்றியும் கூறத்தேவையில்லை.

சோதனைச் சாலை ஏற்பட்டு சில வருஷங்கள் வரை இரசாயன ஆராய்ச்சிகளே நடந்து வந்தன. அவற்றில் முக்கியமானது வாசனை எண்ணெய் தயாரிப்பது. மைசூரில் ஏராளமாகக் கிடைக்கும் சந்தண மரங்களிலிருந்து

நல்ல முறையில் எண்ணெய் தயாரிப்பதற்கு வேண்டிய சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. இவற்றின் விளைவாகவே தற்காலம்மைசூர்ராஜ்ஜியத்தில்உள்ள சந்தனஎண்ணெய் ஆலைகள் உண்டாயின.இவ்வாலைகளில் தயாரிக்கப்படும்சந்தண ஸோப், அத்தர் முதலியன நாட்டில் எங்கும் வியாபாரம் ஆவதை நாம் அறிவோம். எனவே இது சோதனைச் சாலையின் முதல் வெற்றி என்றுசொன்னால் மிகையாகாது. இதைத் தவிர காகிதப் பென்ஸில் செய்வதற்கு வேண்டிய சோதனை நடத்தி வந்தார்கள். அவற்றின் விளைவாகவே சென்னை முதலிய இடங்களில் காகிதப்பென்ஸில் தொழிற்சாலைகள் ஏற்பட்டதாகக் கூறப்படுகின்றது. சோதனைச் சாலை ஏற்பட்டு வெகு காலம் வரை மின்சார இயந்திர வியல் பகுதியில் ஆராய்ச்சிகள் நடக்கவில்லை. எனினும், அதில் சேர்ந்த மாணவர்களுக்கு மின்சார இயந்திரசம்பந்தமான அனேக நுட்பங்கள் கற்பிக்கப் பட்டன. இத்தகைய பயிற்சி இந்தியாவில் வேறொரு இடத்திலும் கிடைக்கக் கூடாத காலமாகையால், அங்கு அப்பொழுது பயின்ற மாணவர்கள் அனைவருக்கும் நாட்டில் உள்ள மின்சார உற்பத்தி நிலையங்களில் சுலபமாக வேலை யகப்பட்டது. தற்காலம் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. இந்தியா கவர்ன்மெண்டார் சமீபத்தில் (Board of Scientific and Industrial Research) என்று புதிதாக ஒரு காரியாலயத்தை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இதன் சார்பாக பல இடங்களில் விஞ்ஞான வளர்ச்சிக்கும், செயற்கைப் பொருள்கள் தயாரிப்பதற்கும் சோதனைகள் நடத்துவதற்கு எற்பாடு செய்து, அவ்வாராய்ச்சிகளைத் தகுந்த ஆசிரியர்களையும் மாணவர்களையும் கொண்டு நடத்தி வருகின்றார்கள். டாடா சோதனைச் சாலையில் இதன் சார்பாக சுமார் நாற்பது விஞ்ஞானிகள் பல துறைகளில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வருகின்றார்கள். இதற்காக இந்தியா கவர்ன்மெண்டார் இச்சோதனைச் சாலைக்கு சுமார் ஒன்றரை லக்ஷம் ரூபாய் கொடுக்கின்றார்கள். பௌதிகப் பகுதியில் நடக்கும் ஆராய்ச்சிகளில் சிலவற்றை இப்பொழுது கவனிப்போம். சோதனைச் சாலைக்கு ஸர். சி. வி. இராமன் வந்தபிறகுதான் இப்பகுதி ஏற்

பட்டது. அவர் 1928-ம் ஆண்டில் கண்டுபிடித்த ஒளி நிகழ்ச்சியைப் பற்றிய சோதனைகள் அனேகம் நடந்து வருகின்றன. இந்நிகழ்ச்சி யாது என்று சுருக்கமாக விளக்குவோம்.

நன்ருய் சுத்தப் படுத்திய சில திரவங்களின் வழியாக மிகப் பிரகாசமுள்ள ஒளிக் கற்றையைப் புக விட்டு, வெளிவரும் ஒளியைப் பரிசோதித்து, புகுந்த ஒளிப் பகுதியின் அலை நீளங்கள் சற்று மிகுந்தும் குறைந்தும் இருப்பதைக் கண்டார் ராமன். இதற்குக் காரணம் திரவத்தின் அணுக்களே என்று உணர்ந்து பல்வேறு பொருள்களின் அணுக்களின் தன்மையை அறிவதற்கு இந்நிகழ்ச்சி பெரிதும் பயன்படக் கூடுமென்று காட்டினுர். இதைப் பயன்படுத்தி சோதனைச் சாலையில் பொருள்களின் தன்மையை அறிந்து வருகின்ருர்கள். ஸ்படிகங்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளே மும்முரமாக நடந்து வருகின்றன.

வைரம் போன்ற ஸ்படிகப் பொருள்களிலுள்ள அணுக்களின் அமைப்பு, கவர்ச்சி சக்திகள் இவற்றின் விவரங்களை அறிவதற்கு ராமன் ஒளியைக் கொண்டு சோதனை நடத்தி வருகின்ருர்கள். நிற்க, ஒலி சம்பந்தமாகவும் ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. ஒலித் துடிப்புகள் செகண்டுக்கு இருபதினுயிரத்துக்குமேல் இருந்தால் நாம் அவற்றை உணர முடியாது. இதற்கு மேலும் ஒலித்துடிப்புகள் இருப்பதை சமீபத்தில் தான் விஞ்ஞானிகள் உணர்ந்தார்கள். இவ்வொலிகளுக்கெல்லாம் கேளாத ஒலி (Supersonics) எனப் பெயரிட்டார்கள், இவற்றைக்கொண்டு கடலின் ஆழத்தையும், ஸப்மரைன்களின் போக்கையும் அறியலாம். இக்கேளாத ஒலியின் தன்மையை அறிய சோதனைச் சாலையில் ஆராய்ச்சிகள் செய்து வருகின்ருர்கள். அதற்காக செய்யப்படும் சோதனைகள் ஒன்றில் குவார்ட்ஸ் துடிப்பகம் (Quartz Vibrator) என்ற சாதனத்தை ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் உள்ள திரவத்தில் முழுக்கி, திரவத்தில் கேளாத ஒலி அலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அத்துடன் அத் திரவத்தின் மூலமாகக் குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள ஒளிக்

கற்றை ஒன்றைப் புகுத்தி அதன் போக்கில் ஏற்படும் மாறுதல்களைத் தக்க கருவிகளைக்கொண்டு அளக்கின்றார்கள். இம்மாதிரி அனேக திரவங்களில் சோதனைகள் நடத்தி பல முடிவுகளைக் கண்டிருக்கிறார்கள். இவற்றை யெல்லாம் தொகுத்து அவற்றுக்குண்டான சித்தாந்தத்தை ராமன் அவர்களே எடுத்துரைத்தார். மற்றுமோர் ஆராய்ச்சி குறிப்பிடத் தக்கது. சமீபத்தில் விஞ்ஞானிகள் அதிசயிக்கத்தக்க சில கிரணங்களைக் கண்டு பிடித்தார்கள். அவற்றுக்கு விண்ணியல் கிரணங்கள் (Cosmic Rays) எனப் பெயரிட்டார்கள். இவை மலைச் சிகரங்களிலும், பவனத்திலும், சுரங்கங்களிலும், நடுக் கடலிலும் மிகுந்து தென்படுவதைக் கண்டார்கள். இக் கிரணங்களின் அளவுகடந்த ஊடுருவும் தன்மையைக் கண்டு திகைத்துப் போனார்கள். இக்கிரணங்கள் மின் சுமை ஏற்ற துகள்களாக இருப்பதை அறிந்தார்கள். இக் கிரணங்களைப் பற்றிய சோதனைகளும் சோதனைச் சாலையில் புரோபஸர் பாபா (Prof. Bhabha) என்பவரால் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. புகைக் கூண்டுகளில் தக்க கருவிகளை அமைத்து பவனத்தின் உயர்ந்த இடங்களில் இக் கிரணங்களின் வலிமை எத்தகையதாயிருக்கின்றது என்று அறிய சோதனைகள் நடத்தி வருகின்றார். கிரணங்களிலுள்ள துகள்களைப் பற்றியும் விவரங்கள் சேகரித்து வருகின்றார். இவற்றின் பயனாக விஞ்ஞான உலகில் ராமனைப்போல இவரும் சீக்கிரம் பிரசித்தி பெறுவார் என்று கூறப்படுகிறது.

இனி ஆகாய விமானங்கள் உற்பத்திசெய்வதற்கு வேண்டிய சில சோதனைகள் நடத்துவதைப்பற்றி சிறிது கூறுவோம். இதற்கென்று ஒரு பகுதியை சோதனைச்சாலையில் ஏற்படுத்தி இருக்கிறார்கள். இதற்கு (Department of Aero-nautical Engineering)என்று பெயர். பறக்கும்போது விமானச் சிறகுகளின்மீது தொழிற்படும் சக்திகளின் முழு விவரத்தை அறிய ஒரு பெரிய இரும்புக்குழல்(Wind tunnel) ஒன்றை ஒன்றரை லக்ஷம் ரூபாய் செலவில் ஹிந்துஸ்தான் விமான தொழிற் சாலையில் தயார் செய்து இங்கு வைத்

திருக்கின்றார்கள். ஞமுலினுள் காற்றை விசையுடன் அனுப்பி அதில் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் சிறகின் மீது தொழிற்படும் சக்திகளை அளக்கின்றார்கள். சிறகின் பரப்பு, அதன் சாய்வு, காற்றின் வேகம் முதலியவற்றின் சம்பந்தத்தை நன்றாகப் பரிசோதித்து வருகின்றார்கள். இதுபோல வேறு ஆராய்ச்சிகளும் நடந்து வருகின்றன. இம்மாதிரி அனேக சோதனைச் சாலைகளை நாட்டின் பல பாகங்களில் ஏற்படுத்தி விஞ்ஞான வளர்ச்சியைப் பெருக்கவேண்டும். சென்னையிலும் கோயம்பத்தூரிலும் இத்தகைய சோதனைச்சாலை ஏற்படுத்துவதற்கு அனேக வசதிகள் இருக்கின்றன.

5. நாடும் விஞ்ஞானமும்

இப்போது நடப்பது விஞ்ஞான சகாப்தம். விஞ்ஞானத்தையும், யந்திரத் தொழில்களையும் போற்றும் நாடுகள் தான் உலகத்தில் செல்வாக்கையும், மேன்மையையும் பெற்றிருக்கின்றன. நம் நாட்டில் குடி கொண்டிருக்கும் தரித்திரத்தைப் போக்குவதற்கு விஞ்ஞானத்தை தவிர வேறு வழியில்லை. இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் நூற்றுக்கு எழுபத்தைந்துக்கு மேல் எழுதப் படிக்கத் தெரிந்தவர்கள் இருக்கும்பொழுது நம் நாட்டில் நூற்றுக்குப் பத்துப் பேருக்குக்கூட எழுதப் படிக்கத் தெரியாது. நாட்டின் ஜனத்தொகையோ ஏராளமாய் அதிகரித்து வருகிறது. இந்தச் சீர்கேடான நிலைமை அதிகரித்துக் கொண்டே போனால் நாம் எல்லோரும் மடிய வேண்டியதுதான்.

எனவே நாம் விஞ்ஞானத்தின் துணையை மேற்கொண்டாலன்றி இந்தச் சங்கடத்திலிருந்து கடைத்தேற முடியாது. இதற்கு முதலில் எல்லா மக்களினிடையேயும் கல்வியைப் பரவச் செய்யவேண்டும். எல்லா இளைஞர்களுக்கும் விஞ்ஞானக் கல்வியையும், தொழிற் கல்வியையும் புகட்டவேண்டும். இது செய்வது சாத்தியமா

என்று நினைக்கலாம். முதல் யுத்தத்தின் முடிவில் ரஷ்யர்கள் இருந்த நிலைமை என்ன? அச்சமயம் நம்மைப்போல நூற்றுக்குத்தொண்ணூறு பேர்கள் விவசாயத்தையே நம்பி ஜீவித்து வந்தார்கள். அவர்களிடையே விஞ்ஞான அறிவு மருந்துக்குக்கூட இல்லாமலிருந்தது. விஞ்ஞானத்தையும் யந்திரத் தொழிலையும் மேற்கொண்டு அவர்கள் நாட்டை முன்னணிக்குக் கொண்டு வந்தவுடன் இரண்டாவது உலகப்போரில் வெற்றியும் அடைந்து காட்டினார்கள்.

மற்ற நாடுகளிலிருப்பதை விட நம் நாட்டில் பெரிய யந்திரத் தொழிற்சாலைகள் ஏற்படுவதற்கு அனேக வசதிகள் இருக்கின்றன. உதாரணமாக மின்சார சக்தியை எடுத்துக்கொள்வோம். நம் நாட்டு பேரறிஞர் ஸர். எம். விசுவேசுவர அய்யா இந்தியாவில் நீர் சக்தியினால் சுமார் ஒன்றரைக்கோடி கிலோவாட் அளவுக்கு மின்சார சக்தி உற்பத்தி செய்ய இடமிருக்கிறது என்றும், அதில் நூற்றுக்கு மூன்று பங்கே தற்சமயம் பயன்பட்டு வருகிறது என்றும் கூறுகிறார். இப்பெரியார் அகில இந்திய உற்பத்தியாளர் சங்கச் சார்பில் "தொழிலே நாட்டிற்கு எழில்" (Prosperity through Industry) என்ற ஒரு நூலை வெளியிட்டிருக்கிறார். இதில் அவர் கூறியிருக்கும் அரிய விஷயங்களை நமது கவர்மெண்டாரும், பணக்காரர்களும் மேற்கொண்டார்களானால் மிகச் சொற்ப காலத்திலேயே நம் நாட்டை முன்னணிக்குக் கொண்டுவந்து விடலாம்.

சென்ற ஆறு வருஷங்களில் அநேக தொழிற்சாலைகளை நாட்டில் ஏற்படுத்துவதற்கு சந்தர்ப்பம் வாய்த்திருந்தும், இந்திய கவர்மெண்டார் இதை நழுவ விட்டு விட்டார்கள். ஆனால் ஒரு நல்ல காரியத்தைச் செய்தார்கள். அதாவது நாட்டில் விஞ்ஞான அறிவு, யந்திரத் தொழில் அறிவு, இரண்டையும் விருத்தி செய்வதற்குச் சென்ற 1940 ஆம் ஆண்டில் ஓர் ஸ்தாபனத்தை ஏற்படுத்தி இருக்கிறார்கள், இதற்கு ஸர். ஏ. ராமசாமி முதலியார்தான் காரணம். இந்த ஸ்தாபனத்துக்கு Board of Scientific and Industrial research என்று பெயர். மற்ற

வர்களும் இதற்குப் பொருளுதவி செய்திருக்கிறார்கள். டாடா கம்பெனியார் பூனாவில் இதன் ஆதரவில் ஒரு சோதனை சாலையை ஏற்படுத்துவதற்கென்று எட்டு லக்ஷம் ரூபாய் கொடுத்திருக்கிறார்கள்.

இதேபோல தொழில் அபிவிருத்தியில் ஊக்கம் கொண்ட மற்றவர்களும் குறிப்பிட்ட சில காரியங்களுக்கென்று இதற்குப் பணம் கொடுத்திருக்கிறார்கள். உலகப் போரின் விளைவாக அயல் நாடுகளுக்கு சாமான்களின் போக்குவரத்து இல்லாமல் போய்விட்டது. எனவே அந்நாடுகளில் உள்ள தொழிற் சாலைகளுக்கு அனுப்பப்பட்டு வந்த மூலப்பொருள்கள் போக முடியவில்லை. அந்நாடுகளிலிருந்தும் சாமான்கள் வரமுடியவில்லை. சண்டை நிமித்தமாக அநேக சாமான்கள் வேண்டியிருந்தன. என்ன செய்வது என்று கவர்ன்மெண்டாருக்குப் புரியவில்லை. முடிந்த மட்டும் நாட்டிலுள்ள யந்திரத் தொழிற்சாலைகள் எல்லாவற்றையும் போருக்கு வேண்டிய சாமான்களைத் தயாரிக்கும்படி செய்தார்கள். நாட்டிற்கு வேண்டிய மற்ற சாமான்களையும் தயாரிப்பதற்கு அவசியம் ஏற்பட்டது. இது சம்மந்தமான விவரங்கள் எல்லாவற்றையும் தயாரித்து அவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு யோசனை கூறுவதுதான் இந்த ஸ்தாபனத்தின் முக்கியவேலை. இதன் கீழ் அனேக விஞ்ஞானிகள் சோதனை நடத்தி வருகிறார்கள்.

போருக்குமுன் அயல்நாடுகளுக்கு ஏராளமாய் போய்க் கொண்டிருந்த எண்ணெய் வித்துக்களைக் கொண்டு நாட்டிலேயே ஸோப்புகள், செண்டுகள் மெஷின் எண்ணெய் முதலியவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு திட்டங்களை வகுத்திருக்கிறார்கள். இதைபோல சாயங்கள், கண்ணாடி சாமான்கள், நெருப்புப்பெட்டி, செயற்கைப் பட்டு, எருக்கள் முதலியவற்றை நாட்டிலேயே செய்வதற்கு வேண்டியதிட்டங்களையும் தாயாரித்திருக்கிறார்கள். இதற்கு வேண்டிய சோதனைகளை பல இடங்களில் செய்து வருகிறார்கள். உதாரணமாக கல்கத்தாவில் பதினேழு திட்டங்களும், பம்பாயில் ஒன்பது திட்டங்களும், பங்களூரில் பன்னிரண்டு திட்டங்களும் ஆராயப்பட்டு

வருகின்றன. இதுபோலவே சென்னை, டெல்லி, காசி முதலிய இடங்களிலும் நடைபெற்று வருகின்றது. சோதனைகளில் சில ஆங்காங்கே உள்ள சர்வகலாசாலைகளின் சோதனைச் சாலைகளில் நடைபெற்று வருகின்றன; தொழிற் சாலைகளிலும் நடைபெற்று வருகின்றன. இவற்றின் விளைவாகக் கிடைக்கும் விவரங்களையும் முடிவுகளையும் தொகுத்து வெளியிடுவதற்காக Journal of Scientific and Industrial research என்ற ஒரு பத்திரிகையையும் நடத்தி வருகிறார்கள்,

பொறுப்பு வாய்ந்த இவ்வேலை முழுவதையும் கவனிப்பதற்கு எஸ். எஸ். பட்நாகர் என்றவரை இந்த ஸ்தாபனத்தின் தலைவராக நியமித்திருக்கிறார்கள். உலகப் பிரசித்திபெற்ற நம் நாட்டு விஞ்ஞானிகளில் இவர் ஒருவர். இவர் பஞ்சாப் மாகாணத்தைச் சேர்ந்தவர். காசி சர்வகலாசாலையிலும் பின்னர் பஞ்சாப் சர்வகலாசாலையிலும் ரசாயன பேராசிரியராக வெகுகாலம் வேலை பார்த்து வந்தார். விஞ்ஞான சம்பந்தமான யோசனை கூறுவதற்கு நாட்டிலுள்ள எல்லா தொழிற்சாலைகளின் நிர்வாகிகளும் இவரை அடிக்கடி நாடுவதுண்டு. புத்தி கூர்மை, நிர்வாகத் திறமை, விஞ்ஞானத்தில் ஆர்வம், நாட்டுப்பற்று முதலிய அரிய குணங்கள் வாய்ந்த இவரை இந்த ஸ்பானத்தின் தலைவராக கவர்ன்மெண்டார் நியமித்தது நாட்டின் பாக்கியமே ஆகும்.

விஞ்ஞான அபிவிருத்தியிலும் யந்திரத் தொழில் அபிவிருத்தியிலும் பல மாணவர்களுக்கு உயர்தரப் பயிற்சி அளிப்பதற்கு அயல் நாடுகளில் உள்ளதுபோல பிரத்தியேகமான ஸ்தாபனங்கள் நம் நாட்டிற்கு அவசியம். இங்கிலாந்திலுள்ள காவெண்டிஷ் சோதனை சாலையைப் போல பல சோதனை சாலைகள் நாட்டில் ஏற்பட வேண்டும். பங்களூரில் டாடா சோதனைச்சாலை கல்கத்தாவில் உள்ள சோதனை சாலைகள் இவற்றைப் போல இன்னும் ஒன்றிரண்டு சோதனைச் சாலைகளைத் தவிர நாட்டில் இவ் வேலைக்கு வேறு ஸ்தாபனங்கள் இல்லை. மேலும் சர்வகலாசாலைகளிலும், கல்லூரிகளிலும் கற்பிக்

கப்படும் விஞ்ஞானமும் நாட்டிலுள்ள தொழிற்சாலைகளுடன் தொடர்பு இருக்குமாறு கற்பிக்கப் படவேண்டும். அவ்வப்போது அயல் நாடுகளிலிருந்து பிரசித்திபெற்ற விஞ்ஞானிகளை வரவழைத்து இங்குள்ள மாணவர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்கவேண்டும்.

ஸ்ரீ. ஸர். சி. வி. ராமன் கூறுவதுபோல நாட்டிலிருந்து மாணவர்களை அயல்நாடுகளுக்கு இப் பயிற்சிக்காக அனுப்புவதில் அனேக கெடுதல்கள் இருக்கின்றன. மற்றும் தொழில் அபிவிருத்தியில் நாம் இதுகாறும் காட்டிவந்த அசிரத்தையை மாற்றி அதிக ஊக்கத்தை மக்களிடையே வளர்க்கவேண்டும். பணக்காரர்கள் எல்லோரும் பல யந்திர நிலையங்களையும் தொழிற்சாலைகளையும் நிறுவி, நாட்டின் செல்வத்தை வளர்ப்பதில் ஆர்வங் கொள்ளவேண்டும், ஸ்ரீ. ஸர் எம். விசுவேசுவர அய்யா கூறுவதுபோல ஊருடன் ஒத்துவாழ்வதன்றி பிற நாடுகளுடன் ஒத்து வாழவேண்டிய காலமிது. மற்ற நாடுகளிலிருப்பது போல, நாம் விஞ்ஞான உற்பத்தி முறைகளை அனுசரிக்காவிடில் மக்கள் வறுமையில் அல்லலுற்று மடியவேண்டிவரும். எனவே, பாரதியார் ஆணைப்படி "திறல் கொள்ளுங் கோடிவகைத் தொழில்கள் நாடும் படிக்கு வினை செய்து இந்த நாட்டோர் கீர்த்தி யெங்கு மோங்க" செய்வதற்கு இந்நாட்டின் விஞ்ஞானிகள் அனைவரும் முன்வரவேண்டும்.

6. குரல் பயிற்சியும் தானம் பாடுவதும்

ஒலிகளினால் ஏற்படும் இன்ப உணர்ச்சியைத்தான் பொதுவாக நாம் சங்கீதம் என்று கொள்கிறோம். வீணைக் கம்பி துடித்து ஒலியை எழுப்புவதிலிருந்து ஒலிகளெல்லாம் துடிக்கும் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படுகின்றன என்பது தெளிவாகும். இவ்வாறு வெளிப்படும் ஒவ்வொரு ஒலிக்கும் ஒரு சுருதி உண்டு. இது பொருளின் துடிப்பு வேகத்தைச்சார்ந்தது. ஒரு ஸெகண்டிலே ஏற்படும் துடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையைத்தான் நாம் சுருதி என்று கொள்

ளுகிறோம். கட்டிப் பொருள், திரவப்பொருள், வாயுப் பொருள் என்ற மூவகைப் பொருள்களும் துடித்து ஒலியை எழுப்பும். ஆனால் துடிக்கும் பொருள் வாயுப்பொரு ளானால் இத்துடிப்புக்களை நாம் எளிதில் பார்க்க முடி யாது. தக்க பரிசோதனைகளினால் காட்டலாம். ஒவ்வொரு ஒலிக்கும் சுருதியைத் தவிர முழக்கம், பண்பு என்ற அம் சங்களும் உண்டு. ஒரே சுருதியும் முழக்கமும் கொண்ட பல ஒலிகள் பலவேறு கருவிகளிலிருந்து தோன்றும் போது அவற்றை வேறுபடுத்தி அறிவதற்குக் காரணமாய் இருக்கும் ஒலியின் சிறப்பியல்புகளே அவற்றின் பண்பு எனப்படும். புல்லாங்குழலின் ஒலியும் பிடிலின் ஒலியும் ஒரே அளவு சுருதி, முழக்கம் கொண்டிருந்தாலும் அவற்றின் பண்பு வேறுபடுகின்றன. மனிதனது குரலின் பண்பு இவை யிரண்டினின்றும் வேறுபடுகிறது. இப் பண்பு வேற்றுமை எதனால் ஏற்படுகின்றது என்று கவ னிப்போம். ஒவ்வொரு ஒலியிலும் ஓர் மூல சுருதியுடன் பல்வேறு பரிவார சுருதிகள் கலந்து இருப்பதை உணர்ந் தார்கள். இப்பரிவார சுருதிகள் சூழ்ந்திருப்பதைக் கொண்டே ஒவ்வொரு ஒலியின் பண்பும் நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. மனிதனது குரல் எல்லாவித வாத்தியங்களின் ஒலியைக்காட்டிலும் உன்னதமான பண்பைப் பெற்றிருப் பதற்கு வாய், தொண்டை மூக்கு முதலிய உறுப்புக்களின் பயிற்சியே காரணமாயிருப்பதை உணர்ந்து, குரலைச் செவ்வனே திருத்துவதற்கு முக்கியமாகத் தானம் பாடு வதை நம்முன்னோர்கள் அமைத்திருக்கிறார்கள். தானம் பாடும் விதத்தைக் கவனிக்கு முன் பாடுவதற்கு உடலில் அமைந்துள்ள உறுப்புகளைக் கவனிப்போம்.

நாம் மூக்கினால் உட்கொள்ளும் காற்று, தொண் டைக்குட்சென்று சுவாசக் குழாய்க்குள் புகும். இச் சுவாசக் குழாய் மார்பினுள் இரண்டு கிளைகளாகப் பிரி கின்றது. அவற்றுள் ஒரு கிளை வலது பக்கத்தில் அமைந் துள்ள சுவாசப்பைக்கும், மற்றொரு கிளை இடது பக்கத் தில் அமைந்துள்ள சுவாசப்பைக்கும் செல்லுகின்றது. இச் சுவாசப்பைகளைத் தாங்கி நிற்க உடலிலே உறுதி

யான தசை ஒன்று உண்டு. அதற்கு இடைப்பரப்பி என்று பெயர். இதன் மத்தியபாகம் உயர்ந்து வில்லைப்போல் வளைந்திருக்கும். இத்தசைக்கு ஈரல்தாங்கி என்ற மற்றொரு பெயரும் உண்டு. நிற்க, சுவாசப்பைகள் அல்லது நுரை ஈரல்கள் விலா எலும்புகளினாலும் முதுகு எலும்புகளினாலும், மார்பெலும்பினாலும் அமைக்கப்பட்டுள்ள கூடு ஒன்றில் இருக்கின்றன. நாம் காற்றை உட்கொள்ளும்போது நம்முடைய விலா எலும்புகள் சற்று மேற்பக்கமாகவும் முன் பக்கமாகவும் இழுக்கப்படுவதை உணரலாம். இவற்றை ஒன்றோடொன்று சேர்க்கும் தசைகள்சுருங்குவதால் இவ்வியக்கம் ஏற்படுகிறது. இதே சமயத்தில் இடைப்பரப்பி கீழே இழுக்கப்பட்டு, தட்டையாகி அதனால் அதன் மீது நிற்கும் நுரை ஈரல்கள் விரிவடைகின்றன. எனவே அவற்றிலுள்ள காற்றின் இறுக்கம் குறைவுபட, நாம் சுவாசித்த காற்று உட்செல்லுகிறது. பின்னர் விலா எலும்புகளுக்கு இடையிலுள்ள தசைகளும், இடைப்பரப்பியும் தளர்கின்றன. அதனால் நுரை ஈரல்கள் சுருங்குகின்றன, அப்பொழுது அவற்றிலுள்ள காற்றின் இறுக்கம் அதிகமாகி வெளியே தள்ளப்படுகிறது, இதுதான் நாம் சுவாசம் விடும் முறை. நாம் நன்றாகச் சுவாசிக்க வேண்டுமென்றால் இடைப்பரப்பி நன்றாக மேலெழுந்து கிழிறங்கவேண்டும்.

இனி, வாய், தொண்டை இவற்றின் அமைப்பைக் கவனிப்போம். நாக்கினால் தடவிப் பார்த்து மேல் வாயின் முன் பாகம் கடினமாயும் பின் பாகம் தொண்டைவரையில் பரவி இருப்பதையும் கவனிக்கலாம். மேல் பக்கம் ஒரு குழாய்போல் அமைந்து, மூக்கையும், வாயையும் இணைப்பதைக் கவனிக்கவும். இதற்கு ஆங்கிலத்தில் (Pharynx) பாரிங்க்ஸ் என்று பெயர். இதன் அடிப்பக்கம் முன்புறத்தில் (Larynx)லாரிங்க்ஸ் என்று சொல்லப்படும் ஒலிப்பெட்டிவரையிலும் பின்புறத்தில் உணவுக்குழல் வரையிலும் வியாபித்திருப்பதையும் உணரலாம். நாம் உட்கொள்ளும் காற்றை ஒலிப்பெட்டியின் மூலமாய்ச் சுவாசக் குழாய்க்கும், நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தை

உணவுக் குழலுக்கும் அனுப்புமாறு தொண்டையின் தசைகள் அமைந்திருக்கின்றன. எனவே, நாம் சுவாசம் விடும் காற்று ஒலிப்பெட்டியிலிருந்து வந்து தொண்டை, வாய், மூக்கு வழியாக வெளிப்படவேண்டும் என்று அறியலாம். ஒலிப் பெட்டி சுவாசக் குழாய்க்குச் செல்லும் வழியில் இருப்பதைப் பார்த்தோம். அது அமைப்பில் ஒரு முக்கோணத்தை ஒத்திருக்கும். இம் முக்கோணத்தின் முனை சிலருக்குக் கழுத்தில் நன்ருக நீட்டிக்கொண்டிருக்கக் காணலாம். ஒலிப்பெட்டி நான்கு குருத்தெலும்புகளால் ஆக்கப்பட்டது. அதனுள் குரல் நாண்கள் என்ற இரண்டு பிருவான சன்னத் தோல்கள் இருக்கின்றன. இவை பக்கவாட்டத்தில் தசைகளினுல் இழுக்கப்பட்டுச் சுவாசக் குழாயின் துவாரத்தைக் கதவுகள்போல் மூடிக்கொண்டிருக்கின்றன. இந்நாண்கள் விலகி இருக்கும்பொழுது உண்டாகும் சந்து குரல் வளைவாய் என்று கூறப்படும். லாரின் ஜாஸ்கோப் என்ற கருவியினுல் பரிசோதித்துப் பார்த்ததில் ஒருவர் பேசாமல் சுவாசித்துக் கொண்டிருக்கும்பொழுது குரல் நாண்கள் விலகி, குரல்வளைவாய் 'V' வடிவங்கொண்டிருப்பதைக் கண்டார்கள். அப்பொழுது குரல் நாண்களின் தசைகள் நெகிழாமல் இருப்பதையும் கண்டார்கள். ஆனுல் பேச முயற்சி செய்தவுடன் குரல் நாண்களின் தசைகள் நெகிழ்ந்து குரல்வளைவாய் சிறியதாய் விடுவதைக் கண்டார்கள்.

இப்போது சங்கீத வாத்தியங்களின் முக்கிய அம்சங்களைப் பற்றிச் சிறிது விசாரிப்போம். சங்கீத வாத்தியங்களில் அனேகவிதம் இருப்பதை அறியலாம். அவைகளில் பல சுருதிகளை அடுத்தடுத்து எழுப்புவதற்கும், அவ்வொலிகளின் முழக்கத்தைப் பெருக்குவதற்கும், மேளகர்த்தாக்களுக்குண்டான ஸ்வரங்களை வாசிப்பதற்கும் தக்க சாதனங்கள் அமைந்திருப்பதைக் கவனிக்கலாம். உதாரணமாக, பிடில் வாத்தியத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். இதன் பெட்டியின்மேல் இழுத்துக் கட்டப்பட்டிருக்கும் கம்பிகளின் அசைவே ஒலிக்குக் காரணமா

யிருப்பதை அறியலாம். இக்கம்பிகளை ஒரு வில்லின் உதவியால் அசையச் செய்கின்றோம். அவ்வாறு உண்டான அதிர்ச்சி பிடிலின் மேல் பலகையிலிருக்கும் குதிரையின் மூலமாய்ப் பெட்டி முழுவதும் பரவுவதால் பெட்டிக்குள்ளிருக்கும் காற்று அசைகின்றது. அதனால் முழக்கம் அதிகரிக்கின்றது. மேலும் கம்பிகள் அசையும் பொழுது இடதுகை விரல்களினால் அவற்றைத் தொட்டு, நீளத்தைத் தக்கவாறு குறைத்து. வெவ்வேறு சுருதியுள்ள ஒலிகளை மேளகர்த்தாக்களின்படி எழுப்பமுடிகிறது. இவை நம் குரலைப்பொறுத்து எவ்வாறு அமைந்திருக்கின்றன என்று கவனிப்போம். நாம் பாடும் பொழுது நுரை ஈரல்களிலிருந்து வெளிவரும் காற்று குரல் நாண்களைத் துடிக்கச் செய்து அதனால் ஒலி உண்டாகிறது. அவ்வொலி தொண்டை, வாய், மூக்கு, முதலிய இடங்களில் உள்ள காற்றினால் பலப்படுத்தப்பட்டு, வெளிக்காற்றில் பரவுகிறது. நுரை ஈரல்களிலிருந்து வெளிவரும் காற்றின் வலிமையைத் தக்கவாறு மாற்றி ஒலியின் முழக்கத்தை மாற்றிக்கொள்ளலாம். அதிர்ச்சியின் அளவு குரல்நாண்களின் அசையும் நீளத்தையும், பிகுவையும் பொறுத்திருப்பதால், தசைகளின் உதவியால் நாண்களின் நீளத்தையும், பிகுவையும் மாற்றி வேண்டுமென்ற ஸ்வரங்களைப் பாட முடிகிறது. இந்நாண்கள் ஸ்திரீகளுக்கு இருப்பதைக் காட்டிலும் புருஷர்களுக்குச் சற்று நீண்டும் தடித்தும் இருப்பதால் அவர்கள் பாடும் ஆதார சுருதி ஸ்திரீகளை விடக் குறைவாகவே இருக்கிறது. மேலும் இளம் வயதில் குரல் நாண்கள் மெல்லியதாயிருப்பதனால் சிறுவர்களின் ஆதார சுருதி பெரியவர்களின் சுருதியைக் காட்டிலும் உயர்வாகவே இருக்கின்றது. குரல் நன்ருக அமைந்த ஒவ்வொருவரும் மூன்று ஸ்தாயியில் அடங்கியுள்ள எல்லா ஒலிகளையும் எழுப்பக்கூடும். குரல் நாண்களைச் சிலர் கம்பி வாத்தியங்களுடனும், மற்றும் சிலர் நாகசுரம் போன்ற இரட்டைரீடு வாத்தியங்களுடனும் ஒப்பிடுகிருர்கள். ஒலியின் பண்பு பெரும்பாலும் வாய், தொண்டை மூக்கு, மார்புக் கூடுகளினால் பாதிக்கப்படுவதால் இரண்டு உவமைகளும் பொருந்தும் என்று கூறவேண்டியிருக்கிறது.

இனி ஒருவர் பாடும்போது குரல் நாண்களிலிருந்து கிளம்பிய ஒலி, தொண்டை, வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் எவ்வாறு மாறுதல் அடைகின்றது என்று கவனிப்போம்.

குறிப்பிட்ட அளவுள்ள காற்று நிறைக்கு இயற்கையான ஓர் துடிப்பு எண் உண்டு. இக்காற்று நிறையை மற்றொரு துடிப்பைக்கொண்டு செயற்கையாகத் துடிக்கச் செய்யலாம். இப்பொழுது உடனியக்கம் (Resonance) ஏற்படுவதாகக் கூறப்படும். இதற்கு ஒரு சான்று கூறுவோம். சற்றுமுன் சங்கீத வாத்தியத்திற்குப் பிடிலை உதாரணமாக எடுத்துக்கொண்டு அதில் ஒலி உண்டாகும் விதத்தைத் கூறும்போது கம்பி துடிப்பதினால் உண்டான அதிர்ச்சி குதிரையின் வழியாகப் பெட்டிக்குள்ளிருக்கும் காற்றுக்குப் பரவுவதைக் கண்டோம். அவ்வாறு பரவியதால் அக்காற்று, கம்பியின் துடிப்பை ஏற்றுக்கொண்டு உடனியங்கி முழக்கத்தை அதிகரிக்கின்றது. ஒருவர் பாடும்போது குரல் நாண்களிலிருந்து கிளம்பிய ஒலியின் பரிவார சுருதிகளில் சில, தொண்டை வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் உள்ள காற்றில் உடனியக்கத்தை உண்டாக்குகிறது, முன்பு கண்ட உதாரணத்தில் பிடில் பெட்டியினுள்ளிருக்கும் காற்றின் அளவு எப்பொழுதும் ஒன்றாகவே இருக்கும் என்று அறியலாம். ஆனால் நாம் பாடும்போது வாய், தொண்டை, மூக்கு முதலிய இடங்களில் உள்ள காற்றின் அளவு, நாம் அவற்றை வைத்துக் கொள்ளும் விதத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. எனவே உடனியக்கம் ஒவ்வொரு அமைப்புக்குத் தக்கவாறு மாறுகின்றது. அதனால் ஒலியின் பண்பை எப்படி வேண்டுமென்றாலும் மாற்றச் சாத்தியமாகின்றது. சில சமயம் மார்புக் கூட்டிலுள்ள காற்றிலும் உடனியக்கம் ஏற்படுகிறது. கீழ் ஸ்தாயியில் பாடும்போது ஒவ்வொருவருக்கும் அவர் மார்பிலிருந்து ஒலி வெளிவருவதாக ஏற்படும் உணர்ச்சியிலிருந்து இதை நன்கு உணரலாம். உடனியக்கம் தொண்டை, வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் மட்டும் நிகழ்ந்தால் தலையிலிருந்து ஒலி வெளியே போவது

போல உணர்ச்சி உண்டாகும். மேல் ஸ்தாயியில் பாடும் போது இதைக் கவனிக்கலாம், ஒலியின் பண்பு உடனியக்கத்தினுல் மட்டும் மாறுகின்றது என்று சொல்வதற்கில்லை. ஏனெனில் முன்பு கூறிய லாரின்ஜாஸ்கோப் என்ற கருவியினுல் பரிசோதித்துப் பார்த்ததில், கீழ் ஸ்தாயியில் பாடும்பொழுது நாண்களிடையே அதன் நீளம் முழுவதிற்கும் சந்து ஏற்பட்டு அவை அசைவதையும், மேல் ஸ்தாயியில் பாடும்போது அவற்றின் நுனியில் மட்டும் சந்து ஏற்பட்டு அவை அசைவதையும் கண்டார்கள். எனவே ஒலியின் பண்பு குரல் நாண்கள் அசையும் விதத்தையும் குரல்வளைவாயின் அமைப்பையும் பொறுத்திருக்கின்றது என்று கொள்ளவேண்டியிருக்கின்றது. வாய், மூக்குகளிலுள்ள காற்றில் நிகழும் உடனியக்கத்தை ஹெம்ஹோல்ஷ் என்ற விஞ்ஞானி நன்கு பரிசோதித்துக் காட்டினுர். உயிரெழுத்துக்களை நாம் கூறும் போது ஒவ்வொரு உயிரெழுத்துக்குத் தக்கவாறு வாய் மூக்குகளின் அமைப்பை மாற்றி வைத்துக் கொள்வதை உணரலாம். அவ்வாறு உச்சரிக்கும்போது வாயினருகில் ஹெம்ஹோல்ஷ் தக்க ஒலிக் கவட்டையை (Tuning fork) வைத்து அவ்வமைப்புக்குண்டான சுருதியையோ சுருதிகளையோ கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு சோதனைகள் நடத்தி உயிரெழுத்துக்களின் பண்பை நன்கு உணர்ந்து காட்டினுர்.

இனி, குரல்ப்பயிற்சிக்கு வேண்டிய முக்கிய விஷயங்களைப் பார்ப்போம். ஒலி நாண்களை அசைக்கும் காற்று வெளியே வரும்பொழுது தொண்டை, வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் தங்கு தடையின்றி வரப்பழகுவதை ஒவ்வொரு பாடகரும் மேற்கொள்ளவேண்டும். நுரையீரல்களிலிருந்து வெளிவரும் காற்றை வேண்டுகிற அளவுக்குத் தசைகளின் உதவியால் அதிகப்படுத்தவோ, குறைக்கவோ முடியும். எனவே குரலை திருத்துவதற்கு முன் சுவாசத்திற்குண்டான தசைகளைச் சிறந்த முறையில் உபயோகிக்கப் பழகவேண்டும். இதற்கு ஈரல்கள் கொள்ளும் அளவு காற்றை நிரப்பி, அதை நிதானமாக

வெளியிலனுப்பக் கற்றுக்கொள்ள வேண்டும். இதற்கு இடைப்பரப்பியின் உதவியையும் விலா எலும்புகளை ஒன்றோடொன்று சேர்க்கும் தசைகளின் உதவியையும் பெறவேண்டும். சுவாசம் உட்கொள்ளும் நேரத்தைக் குறைத்து, வெளியிடும் நேரத்தை எவ்வளவு அதிகப்படுத்த முடியுமோ அதுவரையில் அதிகப்படுத்தப் பழகவேண்டும். வாய், நாக்கு முதலியவற்றை நம்மிஷ்டப்படி அசைக்க அவற்றின் தசைகளைப் பழக்கவேண்டும். குரல்நாண்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குண்டான தசைகளைக் காதின் உதவியைக் கொண்டுதான் பழக்கவேண்டும். ஏனெனில் இவற்றின் தசைகள் காது நரம்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. எனவே, குரல் நாண்களை நன்றாகக்கட்டுப்படுத்துவதற்கு கேள்விஞானம் வேண்டும் என்று அறியலாம். பிறவிச் செவிடர்களைப் பேசும்படி செய்து விடலாம். ஆனால் பாடும்படி செய்வது முடியாது. சிலர் பாடும்பொழுது தொண்டையைவிட்டு ஒலி கிளம்புவதற்குச் சிரமப்படுவதுபோல் தோன்றுவதைக் கவனிக்கலாம். இவர்கள் பாடும்போது தொண்டையைக்குறுக்கிச் சிரமப்படுத்திக்கொள்வதால் தொண்டை. வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் உள்ள காற்றில் சரியானபடி உடனியக்கம் உண்டாகாமல் போய்விடுவதே இதன் காரணமாகும். வாயை நன்றாக மூடிக்கொண்டு அகாரசாதகம் செய்வதினால் இக்குறையை நிவர்த்தி செய்து கொள்ளலாம். மேலும் முக்கியமாகக் குரல் நாண்களை அசையச் செய்யும் தசைகள், வெளிவிடும் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தசைகள் என்ற இரண்டும் ஒத்து இயங்க வேண்டும். இவ்வாறு இல்லாவிடில் உண்டாகும் கெடுதல்களைக் கவனிப்போம். வெளிவிடும் சுவாசத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தசைகள் முன்னதாக இயங்கத் தொடங்கினால், குரல்வளைவாய் பெரியதாய் இருந்து, காற்று, குரல் நாண்களை நன்றாக அசைக்க முடியாமல் வெளியே வந்துவிடுகிறது. அதனால் சாரீரம் சன்னமாகவும் வன்மையற்றும் போய்விடுகிறது. மற்றும் குரல் நாண்களின் தசைகள் முன்னதாக இயங்கத்தொடங்கினால் குரல்வளை வாய் முன்னதாகவே குறுகிவிடுகிறது. அதனால் வெளி

வரும் காற்றுக்குத்தடை ஏற்படுகிறது. எனவே அதிக வலிமையுடன் காற்றை வெளியே அனுப்பவேண்டியிருக்கிறது. இதன் விளைவாகத் தொண்டை சீக்கிரத்தில் சோர்வு அடைந்துவிடுகிறது. பாடும்போது தொண்டைக்கு யாதொரு சிரமமுமில்லாமல், ஒலி, மார்பு தலை, வாய் முதலிய இடங்களிலிருந்து வருவதுபோல் உணர்ச்சி ஏற்படுவதே நல்ல குரல் பயிற்சிக்கு அடையாளமாகும். இப்பொழுது குரல் பயிற்சிக்குத் தானம் பாடுவது எத்தகைய உதவியை அளிக்கின்றது என்று கவனிப்போம்.

தானம் அல்லது மத்தியம காலம் பாடுவது, இராக ஆலாபனையின் முக்கிய அம்சங்களில் ஒன்றாகும். தன்யதே இதி தானஹா என்று வடமொழியில் தானத்திற்கு லக்ஷணம் கூறுவது வழக்கம். இராகத்திற்குண்டான ஸ்வரபிரஸ்தார கிரமங்களின் தொகுதியில் அடங்கிய பாகங்களை எவ்வளவு விதமாக மாற்ற முடியும் என்பதை இது மேற்கொண்டிருக்கிறது. இதை ஆனந்தம் என்ற சொற்களைக்கொண்டு பாடவேண்டும். ஆனந்தம் என்பதில் அடங்கியுள்ள ஆஇ, நம், தம் என்ற ஒலிகளை எழுப்பும்போது முறையே மார்பு, தொண்டை, மூக்கு முதலிய இடங்களில் ஏற்படும் உடனியக்கத்தினால் ஒலியின் சில பரிவார சுருதிகள் பலப்படுத்தப்படுகின்றன. கீழ் ஸ்தாயி, நடுஸ்தாயி, மேல்ஸ்தாயிகளில் அடங்கியுள்ள எல்லா சுருதிகளும் கிளம்புவதால் இடைப்பரப்பி மார்பெலும்புகள் முதலியவற்றின் தசைகளின் உதவியும், தொண்டை நாண்கள், வாய், மூக்கு முதலியவற்றின் உதவியும் நன்கு பெற்றாலன்றி தானம் நன்றாகப் பாட முடியாது. மேலும் வெளிவரும் காற்றின் வேகத்தை நன்றாக அடக்கி ஆளக் கற்றுக்கொள்ளவேண்டும். சாதகத்தினால் மூன்று காலங்களிலும் தானம் பாடமுடியும். துரிதகாலத்தில் நன்றாகத் தானம் பாடி பெயர் பெற்ற கனம் கிருஷ்ணய்யரைச் சங்கீத உலகம் நன்கு அறியும். மானவ தானம், அச்வதானம், கஜதானம், மர்க்கடதானம், மயூரதானம், குக்குடதானம், மண்டுகதானம், சக்ர

தானம் என்ற எட்டுவகைத் தானங்களைப் பாடி, குரலின் பயிற்சியைப் பெறலாம். எனவே, கர்நாடக சங்கீதத்தின் மேன்மையை உணரலாம்.

7. மண்டபங்களின் நாதக்கட்டு

திறந்த வெளியில் கூட்டத்தில் நின்றுகொண்டு ஒருவர் பேசினால், அவரைச் சுற்றியுள்ள சிலரே அவர் பேச்சைக் கேட்கமுடியும். அவர் ஓர் உயர்ந்த மேடைமீது நின்றுகொண்டு பேசினால், பலர் அவர் பேச்சைக் கேட்க முடியும். திறந்த வெளியில் அல்லாமல் ஒரு அறையினுள் அம்மேடையை அமைத்து அதன்மீது நின்றுகொண்டு அவர் பேசினால் அறையினுள்ளிருக்கும் எல்லோரும் கேட்கமுடியும். மேடையைச் சுற்றி நாலாபுறங்களிலும் படிப்படியாக உயர்ந்து செல்லுமாறு பலகைகளை அமைத்து அவற்றின்மீது அனேகர் உட்கார்ந்துகொண்டு பின்னும் நன்றாகக் கேட்கலாம். இதுபோலப் பலர் கூடி, பேச்சைக் கேட்பதற்கும் சங்கீதத்தை அனுபவிப்பதற்கும் பிரத்யேகமாக மண்டபங்கள் தற்காலம் எல்லா நாடுகளிலும் நிர்மாணிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இவை திருந்திய முறையில் கட்டப்படாவிடில் ஒலி சம்பந்தமாக அனேக கெடுதல்கள் ஏற்படக்கூடும். இக்கெடுதல்கள் உண்டாகும் காரணங்களையும் அவற்றை நிவர்த்தி செய்வதற்குண்டான வழிகளையும் ஆராய்வோம்.

ஒலிகளெல்லாம் துடிக்கும் பொருள்களிலிருந்து வெளிப்படுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். சுருதி என்பது ஒரு செகண்டிலே நிகழும் துடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையைக் காட்டும். ஒலியின் முழக்கம் துடிப்பின் வீச்சைச் சார்ந்திருக்கிறது. ஒலிகளெல்லாம் தூயனவல்ல என்றும், அவை உண்டாகும்பொழுது ஓர் ஆதார சுருதியுடன் அதற்கு இரண்டு முதல் பன்மடங்கு கொண்ட பலவேறு பரிவார சுருதிகள் (overtones) கலந்தே வருவதையும், ஒலிகளின் பண்பு (quality or timbre) இப்பரிவார சுருதிகளுக்குத் தகுந்தவாறு அமைவதையும் கண்டார்கள். ஒலி, தோன்றிய இடத்திலிருந்து நம்மை

அடையுமுன் நடுவிலுள்ள காற்றின் மூலமாக வந்து நம்மை அடைகின்றது. ஒலி கட்டிப்பொருள் மூலமாகவும், திரவங்கள் மூலமாகவும் பரவக்கூடும். இவ்வாறு பல்வேறு யானங்களில் (Media) ஒலிசெல்லும்பொழுது வெவ்வேறு கதிகளுடன் (Velocities) செல்லுகின்றது. காற்றில் செகண்டிற்குச் சுமார் 1100 அடி வீதம் செல்வதைக் கண்டார்கள். இதைப்போலப் பதினாறு மடங்குகதியுடன் இரும்பிலே செல்லுவதை உணர்ந்தார்கள்.

நிற்க, ஒலி எவ்வாறு பரவுகிறது என்பதைப் பற்றிச் சிறிது கூறுவோம். ஒலியை எழுப்பும் பொருள் துடிக்கும் பொழுது அதைச் சூழ்ந்துள்ள யானத்தின் (Medium) துகள்களும் துடித்து, அவ்வதிர்ச்சி, அலைகளாக எல்லாப் பக்கங்களிலும் பரவுகின்றது. குளத்தில் ஒரு கல்லை விட்டெறிந்தால், அது விழுந்த இடத்திலிருந்து அலைகள் தோன்றி நீர்ப்பரப்பு முழுவதும் பரவுவதைக் காணலாம். இதேமாதிரியாக ஒரு பொருள் காற்றில் துடிக்கும்போது காற்றிலும் அலைகள் உண்டாகி ஒலி எல்லாத் திசைகளிலும் பரவுகிறது என்று அறியவேண்டும்.

இப்பொழுது ஒரு அறையினுள்ளே ஒலியை எழுப்பி அதன் போக்கைக் கவனிப்போம். ஒலி தோன்றிய இடத்திலிருந்து அலைகள் கிளம்பி நானாதிசைகளிலும் செகண்டிற்கு 1100 அடி அளவுகொண்ட கதியுடன் பரவி அறையினுள் உட்கார்ந்திருப்பவர்கள் மீதும், சுவர்கள் மீதும், கூரைமீதும் மோதுகின்றன. ஒலியின் கதி அறையின் அகல நீளத்தைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு அதிகமாயிருப்பதால், சிறிது நேரத்துக்குள் சுவர்கள்மீதும் கூரைமீதும் மோதிய அலைகள் அவற்றினால் அநேகமுறை பிரதிபலிக்கப்பட்டு அறை முழுவதும் வியாபித்துவிடுகின்றன. பிரதிபலன நிகழ்ச்சியினால் சில சமயம் அறையினுள் சில விடங்களில் ஒலி அதிகமாகக் கேட்கக்கூடும். மற்றுமுள்ள விடங்களில் கேட்காமலிருக்கலாம். வேறு சில இடங்களில் ஒலியின் பண்பு முற்றிலும் மாறி கேட்கக்கூடும். இவற்றைத் தவிர எதிரொலி (Echo), எதிர் முழக்கம் (Reverberation) முதலிய நிகழ்ச்சிகளும் தோன்றலாம்.

நிற்க, அறையின் சுவர்களும், கூரையும் மரத்தினால் ஆக்கப்பட்டிருப்பின், அவையும் உடனியங்கித் துடித்து ஒலியின் முழக்கத்தைப் பெருக்கலாம். மேற்சொன்ன நிகழ்ச்சிகள் ஒவ்வொன்றின் விளைவாக எழுப்பிய ஒலிக்கும், கேட்கும் ஒலிக்கும் இடையே அதிக வேற்றுமை ஏற்பட்டுவிடுகின்றது. சீரான முழக்கத்துடன் எல்லா இடங்களிலும் மாருத பண்புடன் ஒலி கேட்குமாறு மண்டபங்கள் நிர்மாணிக்கப்படவேண்டும். இதற்குச் செய்யவேண்டிய திருத்தங்களைப் பார்க்குமுன் மேற்கூறிய கெடுதல்கள் ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியே சிறிது கவனிப்போம்.

முதலில், ஒலி பிரதிபலன நிகழ்ச்சியை எடுத்துக் கொள்வோம். உயர்ந்த சுவர்களுடைய ஒரு கட்டிடத்திற்குச் சிறிது தூரத்தில் நின்றுகொண்டு சத்தம் செய்தோமேயானால் முதலில் நேராக வரும் ஒலியைக் கேட்போம். பின்பு, ஒலி தோன்றிய இடத்திலிருந்து கிளம்பிய அலைகள், கட்டிடத்தின் சுவர்களின்மீது பிரதிபலித்து, மீண்டு வரும்பொழுது மறு முறை கேட்போம். பின்னர் கேட்ட ஒலியைத்தான் எதிரொலி என்று கூறுவது வழக்கம். நேரே ஒலியைக் கேட்பதற்கும் பிரதிபலித்து வருகிற ஒலியைக் கேட்பதற்குமிடையே நிகழ்ந்த நேரம், வேண்டியவரை நீடித்திருந்தால் அன்றி, இரண்டு ஒலிகளையும் வெவ்வேருகப் பிரித்துக் கேட்க முடியாது. இதற்கு இந்நேரம் குறைந்த பக்ஷம் வீசம் செகண்டு இருக்கவேண்டும். ஒலியின் கதியை அறிவோமாதலால், எதிரொலியைக் கேட்க, கட்டிடத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் நாம் நின்றுகொண்டு சப்தம் செய்ய வேண்டுமென்று சுலபமாகக் கணக்கிட்டு விடலாம். இத் தூரம் ஏறக்குறைய 38 அடி ஆகும். அதாவது ஒலி, தோன்றிய இடத்திலிருந்து சுவர்வரை சென்று மீண்டு வந்து நம்மை அடையும் தூரம் 76 அடிக்கு மேற்பட்டிருக்கவேண்டுமென்று ஆகிறது. எனவே அகல நீளம் குறைவாயுள்ள மண்டபங்களில் எதிரொலி நிகழ்ச்சி ஏற்படாது. பிரதி பலனத்திற்குக் காரணமாயுள்ள பரப்பு கோளவடிவமாக இருப்பின் மீண்டுவரும் ஒலி ஓரிடத்தில்

சென்று குவியும். அதாவது ஒரு மண்டபத்தின் கூரையோ அல்லது சுவர்களோ குழிவுடன் இருக்குமானால், அப் பாகங்களிலிருந்து பிரதிபலித்து மீண்டுவரும் ஒலி, சில இடங்களில் சென்று குவிந்து அதன் பொருட்டு அவ் விடங்களில் ஒலி அதிகமுழக்கத்துடன் கேட்கும். மண்ட பத்தின் சுவர்களையும் கூரையையும் சமதளமாக அமைத்து இக்கெடுதலை நிவர்த்தி செய்துவிடலாம். இதற்கு மற்றொரு வழியும் உண்டு. ஒலியைக் குவியச் செய்யும் இடங்களை அறிந்து அவற்றைச் செதுக்கிமீண்டு வரும் ஒலியைக் குவியாமல் நாலாபுறங்களிலும் சிதறி யடித்துவிடலாம். அகல நீளம் அதிகமாய் உள்ள மண்ட பங்களில் எதிரொலி நிகழ்ச்சி ஏற்படுவதையும் இதே முறையைக் கையாண்டு நிவர்த்தி செய்துகொள்ளலாம்.

மண்டபத்தின் சுவர்கள்மீது, பிரதிபலனம் ஏற்படும் போது உண்டாகும் மற்றோர் நிகழ்ச்சியைக் காண்போம். சுவர்கள், கூரை முதலிய இடங்களில் பிரதிபலனம் ஏற் படும்போது, ஒவ்வொரு முறையும் ஒலியில் சிறிதளவு அவ் விடங்களினால் உறிஞ்சிவிடப் படுகிறது. இவ்வாறு இழக் கப்படும் பகுதியினளவு ஒலியின் சுருதியைப் பொறுத்திருப் பதுடன் பிரதிபலனம் அடையும் பரப்பின் தன்மையின் மீதும் சார்ந்திருக்கிறது. அதிக சுருதியுள்ள ஒலி அலை கள், சீக்கிரம் உறிஞ்சிவிடப் படுகின்றன. நாம் முன்பு ஒலிகளெல்லாம் தூயனவல்ல என்றும், அவை ஓர் ஆதார சுருதியுடன் இரண்டு முதல் பன்மடங்கு கொண்ட பல் வேறு பரிவாரசுருதிகள் கூடியவை என்றும் கூறினோம். மேலும் இப்பரிவார சுருதிகளின் எண்ணிக்கை, தன்மை இவற்றினால்தான் ஒலியின் பண்பு பாதிக்கப்படுகிறது என்றும் கூறினோம். எனவே மண்டபத்தின் மீது ஒலிப் பிரதிபலனம் ஏற்படும்போது உண்டாகும் பண்பு மாறு தலை அறியலாம். இக்கெடுதலை எவ்வாறு நிவர்த்தி செய்யலாம் என்று பின்பு விசாரிப்போம். மற்றுமோர் கெடுதலைப் பார்ப்போம். மண்டபத்தின் நடுவே பெரிய தூண்கள் இருக்கும் பக்ஷத்தில் அவற்றை ஒலி தாண்டிச் செல்லும்போது அவற்றிற்குப் பின்னால் சிலசமயம் ஒலி

கேட்காமலிருக்கலாம்; கேட்டால் பண்பு முற்றிலும் மாறிக் கேட்கலாம். இதன் காரணத்தை இப்பொழுது கவனிப்போம்.

ஒளிக்கிரணங்களின் பாதையிலுள்ள பொருள்களின் பின்னல் நிழல் ஏற்படுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இதைப் போலவே ஒலி அலைகளுக்கும் நிழல் உண்டாகலாம். ஆனால் ஒலி அலைகளின் நீளம், ஒளி அலைகளை காட்டிலும் பன்மடங்கு அதிகமாதலால் பெரிய கட்டிடங்கள் அல்லது சுவர்கள் இவற்றைத் தாண்டிச் செல்லும் போதுதான் ஒலி நிழல் (Sound Shadow) ஏற்படக்கூடும். சாதாரணமாக ஒலி அலைகள் பெரிய தூண்களைத் தாண்டிச் செல்லும்போது வளைந்து சென்று தூண்களின் பின்னும் ஒலி கேட்கும். தாண்டிச்செல்லும் ஒலியின் சுருதி அதிகமானல், அதன் அலைகள் தூண்களின் பின்னல் செல்லமுடியாமல், நேராகச் சென்றுவிடும். சுருதி அதிகமாக இல்லாவிட்டாலும் அதில் அடங்கியுள்ள உயர்ந்த பரிவார சுருதிகளுக்குண்டான அலைப்பகுதிகள் தடைப்பட்டு. தூண்களின் பின்னல் கேட்கும்போது பண்பு முற்றிலும் மாறிவிடுகின்றது. இக்கெடுதலை நீக்க மண்டபத்தின் நடுவே பெரிய்தூண்கள் இல்லாமலிருப்பதே நலமாகும்.

எதிர் முழக்கம் என்னும் நிகழ்ச்சியை இப்பொழுது பார்ப்போம். சங்கீதம் சிறிது தெரிந்த ஒவ்வொருவரும் குளிக்கும்போது பாடி அனுபவிப்பதை எல்லோரும் கண்டிருக்கலாம். இதற்கு ஓர் காரணம் உண்டு. உதாரணமாக ஒருவர் குளிக்கும் அறையின் அகல நீளம் பத்து அடி என்று கொள்வோம். இதில் அவர் பாடும்போது எழும்பிய ஒலி அறையின் சுவர்களில் ஒரு செகண்டுக்குள் சுமார் நூறு தடவை பிரதிபலிக்கப்பட்டு நெடுநேரம்கேட்டுக்கொண்டே இருக்கும். இவ்வாறு அதிக நேரம் ஒலி நீடித்திருப்பதைத்தான் எதிர் முழக்கம் என்று கூறுவார்கள். சங்கீதம் நன்முய் இருப்பதற்குச் சிறிதளவு எதிர் முழக்கம் இருக்கவேண்டியிருப்பதை உணர்ந்தார்கள். இவ்வெதிர் முழக்கத்திஞல் ஏற்படும் இனிமையைத்தான்

அவர் குளிக்கும்போது கேட்டு அனுபவிக்கின்றார். இதே நிகழ்ச்சியைக் காலி வீடுகளிலும், கோவில்களினுள்ளும் சுலபமாகக் காணலாம். இவ்வெதிர் முழக்கத்தினால் தீமையும் உண்டு. எதிர் முழக்கம் அதிகமாய் உள்ள ஒரு அறையில் ஒருவர் பேசினால் அவர் எழுப்பும் ஒலி அலைகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகத் தோன்றி உடனே மறையாமல் நிலைத்திருப்பதினால், முன்பின் உரைத்த வார்த்தைகள் ஒன்றோடொன்று பலபடக் கலந்து ஒரே கூச்சலாகக் கேட்பவர்கள் காதிற்படும். எனவே அவர் பேசுவதுவிளங்காமல் போய்விடும். ஆனால் சங்கீதத்திற்கு எதிர் முழக்கம் இருக்கவேண்டி இருப்பதை முன்பு பார்த்தோம். பாடகர்கள் சில இடங்களில் பாடும்போது—மேளம் கட்டவில்லை—என்று குறைகூறுவதைப் பலர் கேட்டிருக்கலாம். இதற்குக் காரணம் என்னவெனில் அவர்கள் பாடிய மண்டபங்களிலேலா அல்லது ஹால்களிலோ எதிர் முழக்கமே ஏற்படாமல் போய்விடுவதுதான். இரண்டு மண்டபங்கள் அளவிலும் அமைப்பிலும் ஒத்திருந்தபோதிலும் ஒன்றில் பாடுகிறவர்கள் உத்ஸாகத்துடன் பாடுவதையும் மற்றொன்றில் விருப்பமில்லாமல் பாடுவதையும் காணலாம். வேண்டிய அளவு எதிர்முழக்கம் இல்லாமலிருப்பதே இவ்வேற்றுமைக்குக் காரணமாகின்றது. மேலும் எதிர்முழக்கம் குறைவாய் உள்ள மண்டபத்தில் பாடுகிறவர்கள் சீக்கிரம் சோர்வடைந்து விடுவார்கள். நாம் இதுவரை பார்த்த கெடுதல்கள் எல்லாவற்றிலும் எதிர் முழக்க நிகழ்ச்சியைத்தான் நாம் நன்கு கட்டுப்படுத்த வேண்டியது அவசியமாகிறது. இதுசம்பந்தமாக நம்முடைய அறிவை விருத்தி செய்தவர் அமெரிக்காதேசத்து விஞ்ஞானியான Sabine என்பவர் ஆவார். இவர் அமெரிக்கா தேசத்திலுள்ள பல கட்டிடங்களைச் சோதனை செய்து அவற்றைத் திருத்தி அமைத்திருக்கின்றார். இதற்கென்று Illinois என்னும் நகரத்தில் பிரத்தியேகமாக ஒரு ஆய்வுசாலை ஏற்படுத்தப்பட்டு இன்னும் இது சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிகளை இவரது சீடர்கள் நடத்தி வருகிறார்கள். Sabine னின் ஆராய்ச்சிகளையும் அவர் கையாண்ட வழிகளையும் இப்பொழுது கவனிப்போம்.

இவர், சிறு அளவில் திருத்தவேண்டிய மண்டபங்களையோ அல்லது கட்டிடங்களையோ மரத்தில் செய்து கொண்டு, அதில் ஒலியை உண்டுபண்ணி அலைகளின் போக்கைப் பரிசைஷ செய்தார். இதற்கு மூன்று முறைகள் கையாண்டார். ஒலி எழுப்பியதிலிருந்து பல்வேறு நொடிகளில் ஒலி அலைகள் எவ்வாறு பிரதிபலனங்களினுல் பாதிக்கப்பட்டு நாலுபக்கங்களிலும் பரவிச் செல்லுகின்றன என்பதை அறிய அலைகளின் போக்கைப் படமெடுத்தார். அப்படங்களைக் கொண்டு எங்கெங்கே பிரதிபலனமடைவதால் ஒலி குவிவது சாத்யமாகிறது என்பதை அறிந்தார். எதிரொலி நிகழ்ச்சி ஏற்படக்கூடியவிடங்களையும் கண்டு கொண்டார். இவ்விடங்களில் எல்லாம் ஒலியின் பெரும்பகுதியை உறிஞ்சுதற்குரிய சாதனங்களை இயற்றி இக்கெடுதல்களை நீக்கினுர். எதிர் முழக்கம் என்பது ஒரு அறையில் பேசுவதையோ அல்லது பாடுவதையோ நிறுத்திய பின்னர் ஒலி அடங்காமல் நெடு நேரம் கேட்டுக்கொண்டிருப்பதே என்று முன்பு கணடோம். எவ்வளவு நேரம் ஒலி நீடித்திருக்கின்றதோ அக்காலத்தை எதிர் முழக்கத்துக்குரிய காலம் Time of Reverberation என்று கூறுவார்கள். அதை அளப்பதற்கு நுட்பமான கருவிகளையும், ஒலி எழுப்புவதற்குத் தக்க சாதனங்களையும் Standard sources அமைத்துக்கொண்டு அநேகவிதமான கட்டிடங்களில் எதிர்முழக்க நேரத்தை அளந்து சோதனைகள் நடத்தி ஒரு முடிவைக் கண்டார். ஒரு மண்டபத்தில் எதிர் முழக்கம் ஏற்படும்போது அது நிகழும் காலம் மண்டபத்தின் பருமனையும் (Volume) அதன் சுவர்கள் கூரை முதலிய இடங்களின் பரப்பையும் (Surface Area) எல்லாவற்றினது உறிஞ்சும் தன்மையையும் பொறுத்திருக்கின்றதென்று கண்டுபிடித்தார். இவ்விதியைச் சில திருஷ்டாந்தங்களைக்கொண்டு பின்னும் விளக்குவோம். ஒரு கோவிலில் உள்ள பெரியமண்டபம் ஒன்றிலும் சிறிய மண்டபம் ஒன்றிலும் ஒலியை எழுப்பி, பெரிய மண்டபத்தில் ஒலி நெடு நேரம் எதிர்முழங்கிக் கொண்டிருப்பதைக் கவனிக்கலாம். இதிலிருந்து எதிர் முழக்கம் மண்டபத்தின் பருமன்மீது சார்ந்திருப்பதை

உணரலாம். காலி வீடுகளில் எதிர் முழக்கம் ஏற்படு வதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். வீட்டில் பண்டங் களை நிரப்பியவுடன் எதிர் முழக்கம் மறைவதைக் கவனிக் கலாம். பண்டங்கள் நிரம்பியதினால் உண்டான அதிகப் பரப்பே இதற்குக் காரணமாயிற்று. இதிலிருந்து எதிர் முழக்கம் பரப்பின்மீது சார்ந்திருப்பதை அறியலாம். ஒரு மண்டபத்திலுள்ள ஜன்னல்கள் எல்லாவற்றையும் மூடி அதனுள்ளிருக்கும் ஸோபாக்கள் நாற்காலிகள் முதலிய வற்றை எடுத்துவிட்டு, ஒலியை எழுப்பி எதிர் முழக்க நேரத்தைக் கவனிக்கவும். பின்பு ஜன்னல்களைத் திறந்து மண்டபத்தில் ஸோபாக்கள், நாற்காலிகள் இவற்றைப் போட்டு மறுபடியும் ஒலியை எழுப்பி எதிர்முழக்க நேரம் குறைவதைக் கவனிக்கவும்.. இதிலிருந்து எதிர் முழக்கம் ஜன்னல்கள், ஸோபாக்கள் உறிஞ்சும் பான்மையைப் பொறுத்திருப்பதை உணரலாம். முற்சொன்ன விஞ்ஞானி எல்லாப் பொருள்களின் உறிஞ்சும் தன்மையைச் சோதித்து அளந்துகாட்டினார். இதற்கு இவர் ஒருசதுர அடிப்பரப்புக் கொண்ட திறந்த ஜன்னலை அலகாக (unit) க்கொண்டு மற்றப் பொருள்களின் உறிஞ்சும் பான்மை களை அளந்தார். ஒரு சதுர அடியுள்ள சாதாரணக் கம் பளியின் திறமை இதில் நாலில் ஒரு பாகமாகவிருப்பதைக் கண்டார். ஒரு சதுர அடி பரப்புக்கொண்டே செங்கல் சுவர், மேலே கூறிய திறந்த ஜன்னலின் திறமையில் நாற் பதில் ஒரு பாகமாய் இருப்பதை அளந்து காட்டினார். ஒலி உறிஞ்சும் விஷயத்தில் ஒரு வளர்ந்த மனிதன் சுமார் நாலரைச் சதுர அடி ஜன்னலின் திறமைக்குச் சமானமாக இருப்பதை அறிந்தார். இதுபோல எல்லாவற்றின் பான்மைகளையும் அளந்து அவற்றை வகைப்படுத்து விட்டார். இதன் உபயோகத்தை இப்பொழுது காண்போம். இவர் பல சங்கீத மண்டபங்களைத் திருத்தி முன் அவற்றில் எந்த அளவு எதிர் முழக்கம் இருந்தால், இனிமை உச்சமதிப்பைப் பெறுகிறது என்பதை நிர்ண யிக்க, பல சங்கீத வித்வான்களின் அபிப்பிராயத்தை அறிந்து, அம்மண்டபங்களில் இருக்கவேண்டிய எதிர் முழக்கப்பொழுதை அளந்து தெரிந்துகொண்டார்.

பின்னர் அதற்குத் தகுந்தவாறு உறிஞ்சும் பான்மை பெற்றுள்ள பொருள்களை மண்டபங்களில் புகுத்தி அவற்றை நாதக்கட்டாக இருக்குமாறு செய்தார். இவரது வழியைத்தான் எல்லா விஞ்ஞானிகளும் பின்பற்றி வருகிறார்கள்.

இனி, குறிப்பிட்ட சில காரியங்களுக்கென்றே நிர்மாணிக்கப்படும் மண்டபங்களுக்கு வேண்டிய ஒலி நிபந்தனைகளைப்பற்றிச் சிறிது பார்ப்போம். எல்லா நாடுகளிலும் ஜனப் பிரதிநிதிகள் கூடி ராஜீய விஷயங்களை விவாதிப்பதற்கென்று அமைத்துள்ள சட்ட சபை மன்றங்களை முதலில் எடுத்துக்கொள்வோம். இம்மன்றங்களில் அங்கத்தினர்கள் ஒவ்வொருவரும் அவரவர் அமர்ந்திருக்குமிடத்தில் நின்றுகொண்டுதான் பேசுவது வழக்கம். அப்பேச்சை மற்றவர்கள் நன்றாகக் கேட்டுப் புரிந்துகொள்ள வேண்டியதின் அவசியத்தை உணரலாம். இவற்றில் எதிரொலி, ஒலிக் குவியல் முதலிய கெடுதல்களிருப்பின் அவற்றை அகற்றிவிடவேண்டும். முக்கியமாக எதிர் முழக்கம் அதிகம் இல்லாமல் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இல்லாவிடில் ஒருவர் பேசும் பேச்சு மற்றவர்கள் காதிலே ஒரே கூச்சலாகக் கேட்கும். மேலும் இவற்றின் எதிர்முழக்க நேரம் கூட்டத்திற்கு வரும் அங்கத்தினர்களைப் பொறுத்திருப்பதால் அந்நேரம் எப்பொழுதும் ஒரே அளவாக இருப்பது கஷ்டம். அங்கத்தினர்கள் குறைவாக வந்திருந்தபோதிலும் எதிர்முழக்கத்தினால் கெடுதல் ஏற்படாமலிருக்கும் பொருட்டு எல்லோருக்கும் மெத்தை தைத்த நாற்காலிகள், ஸோபாக்கள் முதலியவற்றைத்தான் போடுவது வழக்கம். பேசும் படங்கள், ஆர்செஸ்ட்ரா (orchestra) போன்ற பெரிய வாத்தியக் கச்சேரிகள் முதலியவற்றுக்குண்டான மண்டபங்களும் சப்தக்கட்டாக அமையவேண்டும். ஒலியின் முழக்கத்தை அதிகரிக்க உடனியங்கக்கூடிய மெல்லிய பலகைகளை அல்லது அட்டைகளை மேடையுடன் சேர்த்து அமைப்பது வழக்கம். இவை உடனியங்குவதால் ஒலியின் பண்பு சிறிது மாறுதல் அடையக்கூடும். லீப்ஸிக் (Leipzig) நகரத்

திலுள்ள பிரசித்தி பெற்ற மண்டபத்தில் இவ்வாறு மேடையை அமைத்திருக்கிருர்கள். ரேடியோ நிலையங்களில் பாடுவதற்கென்றும் பேசுவதற்கென்றும் அறைகளை அமைப்பார்கள். பாடுவதற்குமுன் அறைக்குத் தகுந்த சுருதியையும் முழக்கத்தையும் பாடகர் அறிந்து கொள்ள நிலையக்காரர்கள் முதலில் ஒத்திகை நடத்துவார்கள். இவ்வறையின் எல்லாப் பக்கங்களும் ஒரே மாதிரியாக உறிஞ்சும் தன்மை பெற்றிருப்பதற்காக celotex என்ற ஒருவித அடைப்பினுல் அறையின் சுவர்கள். கூரை இவை அமைந்திருக்கும். பேசுவதற்குண்டான அறைகள் சிறியனவாய் இருக்கும். இவற்றில் எதிர் முழக்கம் இல்லாதவாறு செய்வார்கள். இதுபோல வெவ்வேறு காரியங்களுக்குத் தகுந்தவாறு கட்டிடங்கள், மண்டபங்கள், அறைகள் முதலியவற்றைத் திருந்தியமுறையில் அமைப்பதற்காக இன்னும் விஞ்ஞானிகள் சோதனைகள் நடத்தி வருகின்ருர்கள்.

8. தோல் வாத்தியங்கள்

சங்கீதத்திற்குத் தாளம் இன்றியமையாதது. ஒலிகளின் சுருதியைத் தொடர்ச்சியாக மாற்றுவதினுல் உண்டாகும் இன்ப உணர்ச்சியுடன் அவ்வொலிகளினிடையே உள்ள காலப்ரமாணத்தினுல் ஏற்படும் சுகத்தையும் நாம் அனுபவிக்கின்ருேம். ஒரு பாட்டு விறுவிறுப்பாகவோ அல்லது தாமதமாகவோ இருப்பதன் காரணம் அது அமையப்பட்டுள்ள தாளமேயாகும். உதாரணமாக, தியாகராஜாவின் கிர்த்தனைகளுக்கும் தீக்ஷிதரின் கிர்த்தனைகளுக்கும் காலப்ராமணத்தினுல் ஏற்பட்டுள்ள வித்தியாசத்தை அனைவரும் கவனித்து இருக்கலாம். இதன் பொருட்டு ஒலிகளினுல் ஏற்படும் இன்ப உணர்ச்சியும் வேறுபடுவதைப் பார்க்கலாம். எல்லா நாட்டினரது சங்கீதத்தில் இருக்கும் தாள வகைகளைக் காட்டிலும் நமது சங்கீதத்தில் அனேகவகை இருக்கின்றன. அதிலும் கர்நாடக சங்கீதத்தில் உள்ளவை எல்லாவிதத்திலும் சிறந்ததெனக் கூறுகிருர்கள். வாய்ப்பாட்டுக் கச்சேரிகள் சில

சமயம் தாளக்கச்சேரிகளாய் விடுகின்றன என்று சிலர் குறை கூறுவதை நாம் அறிவோம். பாட்டு நன்ருய் இருப்பதற்கு வேண்டிய அம்சங்களில் தாளம் முக்கியமானது என்பதை இவர்கள் மறந்து விடுவதால் இவ்வாறு குறை கூறுகிருர்கள். நம்முன்னேர்கள் தாளத்தின் தனிச் சிறப்பை உணர்ந்து பல்லவி பாடும் சம்பிரதாயத்தை வைத்திருக்கின்ருர்கள். சங்கீதத்தில் ஒருவர் அடைந்திருக்கும் பயிற்சி அவர் பல்லவி பாடுவதிலிருந்துதான் வெளிப்படும். தாள வகைகளைப் பயின்று வாசிப்பதற்குப் பிரத்யேகமாகச் சில வாத்தியங்களை நம்முன்னேர்கள் அமைத்திருக்கின்ருர்கள். அவற்றில் முக்கியமாக மிருதங்கம், தவில், தபேலா, கஞ்சிரா என்பவற்றைக் கூறவேண்டும். இவை எல்லாம் தோல் வாத்தியங்களே ஆகும். இவற்றின் அமைப்பு, இவற்றின் ஒலி முதலியவற்றின் விவரங்களை இக்கட்டுரையில் கவனிப்போம்.

சங்கீத வாத்தியங்களில் அனேக வகை உண்டு. அவற்றில் எல்லாம் ஒலிகளை எழுப்பி அவை முழக்கத்துடன் வெளிவருவதற்குத்தக்க சாதனங்கள் உள்ளன. தோல் வாத்தியங்கள் எல்லாவற்றிலும் தோல்களின் அசைவு ஒலிகளுக்கு முக்கிய காரணமாய் இருக்கின்றது. தோல் துடிப்பதற்கு அதன் பரப்பு முழுவதும் பிருவாய் இருக்க வேண்டும். இதற்கு அதன் விளிம்பின் பல பாகங்கள் இழுத்துக் கட்டப் படவேண்டும். மேலும் மிருதங்க வாத்யத்தில் இருப்பதைப்போல் காலியான மரப் பிப்பாயின் இரு பக்கங்களிலும் தோல் இழுத்துக் கட்டப்பட்டிருந்தால், அதன் துடிப்புக்கள் பின்னும் எளிதாய் உண்டாகும். இவ்வாறு இழுத்துக் கட்டப்பட்ட தோல் ஒன்றை விரல்களினுலோ அல்லது ஒரு குச்சியினுலோ தட்டினுல் ஒலி எழும்புவதைக் கவனிக்கலாம். இத்துடிப்புக்களை நன்ருய் அறியுமுன் கம்பித்துடிப்புக்களைப் பற்றிச் சிறிது விசாரிப்போம். இரண்டு முனைகளிலும் இழுத்துக் கட்டப்பட்ட ஒரு கம்பி துடிக்கும்போது அதன் இரண்டு முனைகளும் அசையாமல் இருந்து அதன் மையம் அதிகம் அசைவுடன் துடிப்பதைக் கவனிக்கலாம்.

அசைவு இல்லாமல் இருக்கும் இடங்களை முடிகள் (Nodes) என்றும் அதிக அசைவு உள்ள இடங்களை எதிர்முடிகள் (Anti-Nodes) என்றும் கூறுவார்கள். எனவே கம்பி துடிக்கும்போது கம்பியின் இரு முனைகளும் முடிகளாகவும், அதன் மையம் எதிர்முடியாகவும் ஆகிறது என்று சொல்லலாம். தோல் துடிக்கும்பொழுது அதன் பரப்பில் ஏற்படும் முடிகளும் எதிர்முடிகளும் கோடுகளில் அமைந்திருப்பதைக் கண்டார்கள். முடிகளைக் கொண்டுள்ள கோடுகளுக்கு Nodal lines என்று பெயர். இக்கோடுகள் தோலின் துடிப்புக்குத் தகுந்தவாறு அமைவதையும் அவை சில சமயம் வட்டங்களாகவும், பின்னர் நேர்கோடுகளாகவும் காணுவதைக் கண்டார்கள். இதை விளக்கக் கீழ்க்கண்ட சோதனையைச் செய்யலாம். மிருதங்க வாத்தியத்தின் இட துபக்கம் கீழே இருக்குமாறு அதை நிமிர்வையாக வைத்துக்கொள்வோம். இப்பொழுது அதன் மேல் பக்கத்தில் சன்னமான மணலைத் தூவி இலேசாகத் தோலின் விளிம்பைத்தட்டவும். உடனே தோலின் மீதுள்ள மணலும் துடித்துச் சில இடங்களில் சென்று குவிவதைக் காணலாம். இம்மணல் படிந்துநிற்கும் கோடுகளே Nodal linesகள் ஆகும். இன்னொரு விஷயத்தைக் கவனிப்போம். முற்கூறிய கம்பித் துடிப்பிலிருந்து வெளிப்படும் ஒலியும் தூயனவாக இருப்பதில்லை. இவை இரண்டிலும் ஓர் ஆதார சுருதியுடன் பல்வேறு பரிவார சுருதிகளும் (overtones) கலந்துவருவதைக் கண்டார்கள். இத்தகைய பரிவார சுருதிகள் கலந்திருப்பதே ஒலிகளின் பண்பு வேறுபாட்டிற்குக் காரணமாகிறது. கம்பி, காற்று நிரை இவை துடிக்கும்பொழுது அவற்றின் ஒலியில் அடங்கிய பரிவார சுருதிகள் பிரதான சுருதியைவிட இரண்டு மடங்கு, மூன்று மடங்கு, நான்குமடங்கு இம்மாதிரி வரிசைக் கிரமமாய் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லுகிறது. ஆனால் தோல் துடிப்பினால் உண்டாகும் ஒலியில் ஏற்படும் பரிவார சுருதிகள் இம்மாதிரி தொடர்ந்து அதிகரிப்பதில்லை. எனவே இப்பரிவார சுருதிகளுக்குள் இசைப் பொருத்தம் இல்லாமல்போய்விடுகிறது. அதனால் அதன்

பண்பு விரும்பத்தக்கதாயிருப்பதில்லை. இதன் பொருட்டுத் தோல் துடிப்புக்களை ஆதாரமாய்க் கொண்டுள்ள வாத்தியங்களை மேனாட்டார்கள் சங்கீத வாத்தியங்களாக ஒப்புக்கொள்வதில்லை. இக்குறையை நீக்கி மிருதங்க வாத்தியத்தை நம்முன்னோர்கள் இயற்றியிருக்கிறார்கள். இதன் ஒலியை நம் நாட்டுப் பிரபல விஞ்ஞானிகளான ஸர். சி. வி. ராமன், ஆர். என். கோஷ் என்ற இருவர்களும் பரிசீலனை செய்து அதன் மேன்மையை மேனாட்டார்களுக்குக் காட்டினார்கள். அவர்களும் நம் முன்னோர்களின் சங்கீத அறிவைக் கண்டு வியந்தார்கள். இக்குறை எவ்வாறு நீக்கப்பட்டது என்று மிருதங்க வாத்தியத்தின் அமைப்பைப் பார்த்த பிறகு காண்போம்.

தோல் வாத்தியங்கள் எல்லாவற்றிலும் தலை சிறந்து விளங்குவது மிருதங்க வாத்தியமே ஆகும். இது நந்திபகவானின் வாத்தியம் என்று நம்மிடையே வழங்கிவரும் புராணக் கதையை அனைவரும் கேட்டிருக்கலாம். இதிலிருந்து இவ்வாத்தியம் எவ்வளவு பழமையானது என்று ஊகிக்கலாம். இதன் மரப் பிப்பாய் பலா மரத்தில் செய்யப்படும். இது சுமார் இரண்டு அடி நீளம் கொண்டிருக்கும். இதைவிட நீளம் குறைவான வாத்தியங்களும் உண்டு. மிருதங்க வித்வான்கள் சுருதிக்குத் தகுந்தவாறு வாய்ப்பாட்டுக்கென்று ஒரு வாத்தியத்தையும், கம்பி வாத்தியத்துக்கென்று மற்றொரு வாத்தியத்தையும் உபயோகிப்பார்கள். பிப்பாயின் நீளமுழுவதும் அதன் விட்டம் ஒரே அளவாக இல்லாமலிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இடது பக்கத்தின் விட்டம் வலது பக்கத்தின் விட்டத்தைவிட அதிகமாக இருக்கும். இதன் இரண்டு பக்கங்களையும் தோல்கள் மூடிக்கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கவும். இடதுபக்கத்துத் தோலின் அமைப்பைக் காட்டிலும் வலதுபக்கத்துத் தோலின் அமைப்புச் சற்றே சிக்கலானது. வலதுபக்கத்தை மூடிக்கொண்டிருக்கும் தோல் மூன்று அடுக்குகள் கொண்டது. இதில் இரண்டு தோல் வளையங்களாகவும், மற்றொன்று வட்ட வடிவமான வில்லையாகவும் இருக்கும். தோல் வளையங்

களுக்கு இடையே வில்லை இருக்கும். தோல் வளையங்களை ஆட்டுத்தோலிலும், வில்லையைப் பசுமாட்டுத் தோலிலும் செய்வார்கள். வாத்தியம் செய்வதற்குமுன் இம்மூன்று தோல்களையும் சில நாட்கள் தண்ணீரில் ஊறப்போடு வார்கள். பிறகு இவற்றை எடுத்து, பிப்பாயின் வலது பக்கத்தின்மீது வைத்துகொண்டு, இவற்றின் விளிம்பில் சில இடங்களில் துவாரங்களை இட்டு அவற்றில் நீண்ட தோல் வார்களைப் புகுத்திவிடுவார்கள். இட்துபக்கத் துக்குத் தோலை தயார்செய்து அதையும் அதன் இடத்தில் பொருத்திக்கொண்டு முன்சொன்ன நீண்ட தோல் வார் களினுல் இடது வலது பக்கங்களை நன்ருக இழுத்து இணைத்து விடுவார்கள். இடதுபக்கத்துத் தோல் இரண்டு அடுக்குக்கொண்டது. ஒன்று வளையமாகவும், மற்ெருன்று முழுவில்லையாகவும் இருக்கும். வளையத்தை ஆட்டுத் தோலிலும் முழுவில்லையை எருமைத் தோலிலும் செய் வார்கள். இவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட இரண்டு பக்கத்துத் தோல்களும் பிகுவுடன் இருக்கும். வார்களுக்கு இடையே சிறு மரத்துண்டுகளைப் புகுத்திப் பின்னும் பிகுவை அதி கரித்துக்கொள்ளலாம். மிருதங்க வாத்தியத்தின் வலது தோலின் மையபாகம் கறுப்பாக இருப்பதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இது மற்றப் பாகத்தைக் காட்டிலும் உயர்ந்தும் இருக்கும். இது எவ்வாறு உண்டாயிற்று என்று இப்பொழுது கவனிப்போம். ஒருவித சுக்காங்கல்லை நன்ருகப் பொடிசெய்து அப் பொடியுடன் ரோசனம், சாதம் இவற்றைக் கலந்துகொண்டு இக் கலவையை வலது பக்கத்தின் நடுவில் இலேசாகத் தடவுவார்கள் காய்ந்த வுடன் ஒரு குழவியை வைத்துக்கொண்டு அதை நன்ருகத் தேய்ப்பார்கள். பின்னர் தோலின் விளிம்பிலும், நடுமத்தி யிலும் தட்டி இரண்டு ஒலிகளின் சுருதியும் ஒன்ருய் இருக்கின்றனவா என்று பார்த்துக்கொள்ளுவார்கள். அவ் வாறில்லாவிடில் மறுபடியும் அக்கலவையைப் பூசி, காய வைத்துக் குழவியினுல் பின்னும் தேய்ப்பார்கள். இதனுல தான் வலதுபக்கத்தின் மத்திய பாகம் பளபள வென்று கருப்பு நிறமாகத் தோன்றுகிறது. வாசிக்கும்பொழுது இப்பக்கத்தின் ஒலி ஷட்ஜமமாகக் கேட்கும். இதன்கீழ்

பஞ்சமம் இடதுபக்கத்துத் தோலின் ஒலியினால் உண்டாகும். இதற்காக வாசிப்பதற்கு முன் ரவைமாவை நீருடன் கலந்து அதை இடதுபக்கத்துத் தோலின் மத்தியில் தடவிக்கொள்வார்கள். கச்சேரி முடிந்தவுடன் இம்மாவை எடுத்து எறிந்து விடுவார்கள். முற்சொன்ன விஞ்ஞானிகள் தோலின் துடிப்புக்களைப் பரிசிலனை செய்து பார்த்த பொழுது, அதன் கனம் விளிம்பிலிருந்து மையத்துக்கு வர வரச் சீராக அதிகரித்துக்கொண்டே வருமானால், அதன் ஒலியில் அடங்கிய பரிவார சுருதிகளுக்குள் இசைப் பொருத்தம் உண்டாகி நாதம் இனிமை அடைந்துவிடுவதைக் கண்டார்கள். மிருதங்க வாத்தியத்தின் நாதம் பெரும்பாலும் அதன் வலது பக்கத்துத் தோலைப்பொறுத்தது. இத்தோலின் கனம் சீராக விளிம்புலிருந்து மையம் வரை அதிகரித்துக்கொண்டு வருவதினால்தான் மிருதங்கத்தின் நாதம் இனிமையாய் இருக்கின்றது என்று இவர்கள் கூறுகின்றார்கள். மேலும் தோல் துடிக்கும் பொழுது பிப்பாயினுள்ளிருக்கும் காற்று, பிப்பாயின் புறங்கள் இவையும் துடித்து நாதத்தின் இனிமையைப் பின்னும் அதிகரிக்கின்றது என்று இவர்கள் கூறுகின்றார்கள். பிப்பாயில் ஏதாவது விரிசல் உண்டானால் நாதம் கெட்டுவிடுவதைக் கவனிக்கலாம். வாய் பாட்டுக் கச்சேரிகளோ அல்லது கம்பி வாத்தியக் கச்சேரிகளோ மிருதங்கம் இல்லாமல் சோபிப்பதில்லை. ஏனெனில் மிருதங்கத்தின் மீட்டு சாபுக்களினால் உண்டாகும் ஒலிகளும் கலந்து வரும் பொழுதுதான் வாய்ப்பாட்டுக் கச்சேரிகளும், கம்பிவாத்தியக் கச்சேரிகளும் முழு இனிமை தருகின்றன. வாய்ப் பாட்டுக்காரர்கள் கீர்த்தனைகளில் ஸ்வரம் பாடும்போது மிருதங்கத்தின் நாதத்தினால் உண்டாகும் இன்ப உணர்ச்சியை நன்றாக அறியலாம். எவ்வாறு வாய்ப்பாட்டுப் பாடுபவர் ராக ஆலாபனை செய்யும்பொழுது அவரது மனோதர்மத்தை வெளிப்படுத்துகிறாரோ, அதைப் போலவே மிருதங்கம் வாசிப்பவரும் ஒரு குறிப்பிட்ட தாளத்தில் தனி ஆவர்த்தனம் வாசிக்கும் பொழுது அவரது மனோதர்மத்தை வெளியிடுவார். எனவே மிருதங்க வாத்தியத்தின் பெருமையை நன்கு உணரலாம்.

தவில் வாத்தியத்தின் அமைப்பு ஏறக்குறைய மிருதங்க வாத்தியத்தின் அமைப்பை ஒத்திருக்கும். ஆனால் இதன் பிப்பாய் பெரிதாக இருக்கும். மேலும் இதன் விட்டம் எல்லா இடங்களிலும் ஒன்றாக இருக்கும். இதன் ஒலியில் அடங்கியுள்ள பரிவார சுருதிகளுக்குள் இசைப் பொருத்தம் இல்லாததினால் இதன் நாதம் விரும்பத்தக்கதாக இல்லை. இது நாகசுர வாத்தியத்தின் முழக்கத்திற்குக் சமமான தாள வாத்தியம் என்பதைத் தவிர இதற்கு வேறு பெருமை இல்லை. வட இந்தியாவில் தபேலா வாத்தியத்தைத் தாள வாத்தியமாக உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். அரைக் கோளவடிவமுள்ள இரண்டு மரப்பிப்பாய்களை இவர்கள் உபயோகிக்கின்றார்கள் ஒன்றை இடது கையினாலும் மற்றொன்றை வலது கையினாலும்வாசிப்பது வழக்கம். வலது கையினால் வாசிக்கப்படுவதை மிருதங்கத்தின் வலது பக்கத்திற்கும், இடது கையினால் வாசிக்கப்படுவதை மிருதங்கத்தின் இடது பக்கத்திற்கும் ஒப்பிடலாம். மேலும் வலது கையினால் வாசிக்கப்படும் பிப்பாயின் தோலில் உள்ள கறுப்பு வட்டம் தோலின் மையத்தில் இல்லாமல் சற்று விலகி இருப்பதைக் கவனிக்கலாம். இதன் நாதம் பெரும்பாலும் மிருதங்கத்தின் நாதத்தைப் போலவே இருக்கும். கடைசியாகக் கஞ்சிரா வாத்தியத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். இதற்கு மிருதங்கத்தைப்போலப் பிரத்யேகமானதொரு சுருதி இல்லை. இதைச் சங்கீத வாத்தியமாக அனேகர் ஒப்புக்கொள்ளுவதில்லை. இதில் நிரவல் செய்யும்போது ஏற்படும் ஒலிகள்தான் சற்று இனிமையாகத் தோன்றும்.

9. சூரியனும் அதன் குடும்பமும்

"ஞாயிறே, நின்முகத்தைப் பார்த்த பொருள்களெல்லாம் ஒளி பெறுகின்றன. பூமி, சந்திரன், செவ்வாய், புதன், சனி, வெள்ளி, வியாழன், யுரேனஸ், நெப்த்யூன் முதலிய பல நூறு வீடுகள்—இவை எல்லாம் நின் கதிர்கள் பட்டமாத்திரத்திலே ஒளியுற நகைசெய்கின்றன. தீப்பந்திலிருந்து பொறிகள் வீசுவதுபோல, இவை எல்

லாம் ஞாயிற்றிலிருந்து வெடித்து வெளிப்பட்டன வென்பர். உன் மந்திரத்திலே கட்டுண்டு வரைகடவாது சுழல்கின்றன" என்று பாரதியார் சூரியமண்டலத்தை வர்ணிக்கின்றார்,

இரவில் வானவெளியில் தோன்றும் எண்ணற்ற நக்ஷத்திரங்களைக்கண்டு அனைவரும் வியப்படைவது திண்ணம். இவற்றை அறிய இவற்றின் ஒளியே காரண மாக இருக்கின்றது. இவை ஒவ்வொன்றும் பூமியிலிருந்து அளவுகடந்த தூரத்தில் இருக்கின்றது. ஓர் ஊரின் தூரத்தைச் சொல்லும் போது அது இவ்வளவு மைல்களுக்கு அப்பால் இருக்கின்றது என்று சொல்லுகிறோம். இங்கே மைல் என்ற தூரத்தை அலகாக (unit) வைத்துக் கொண்டு அதன் தூரத்தைக் குறிப்பிடுகின்றோம். ஆனால் ஒரு நக்ஷத்திரம் பூமியிலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறது என்பதைக் குறிக்கவேண்டுமானால் அதை மைல் கணக்கில் சொல்லிச் சாத்தியமாகாது. இதற்கு விஞ்ஞானிகள் கையாளும், அலகு நம்மை திகைக்கச் செய்யும். ஒளி ஆற்றல் ஒரு விநாடிக்கு லக்ஷத்தி எண்பத்தாறாயிரம் (1,86,000) மைல் வீதம் பரவுகிறது. இவ்வேகத்துடன் ஒரு வருஷகாலத்தில் (24x60x60x365 விநாடிகளில்) இது கடந்து செல்லக்கூடிய தூரத்தை அலகாகக் கொண்டு ஒரு நக்ஷத்திரம் இருக்கும் தூரத்தைக் குறிப்பிடுகின்றார்கள். இவ்வலகுக்கு ஒளி வருஷம் (Light-year) என்று பெயர். எனவே நக்ஷத்திரங்கள் ஒவ்வொன்றும் இருக்கும் தூரத்தை உணரலாம். வானத்தில் பல்வேறு தூரங்களில் அமைந்துள்ள நக்ஷத்திரங்களில் சூரியன் மிகச் சிறியதொரு நக்ஷத்திரமாகும். சூரியனைச்சுற்றிப் பல கிரகங்கள் ஓடிவருவதுபோல மற்ற நக்ஷத்திரங்களைச் சுற்றியும் பல கிரகங்கள் ஓடிவரலாம் என்று ஊகிக்கின்றார்கள். இக்கட்டுரையில் சூரியமண்டலத்தைப்பற்றி சில விவரங்களைக் கவனிப்போம்.

கோடிக்கணக்கான வருஷங்களுக்குமுன் சூரியனைச் சுற்றி ஒரு கிரகமும் இல்லாமல் அது தன்னந்தனியே போய்க்கொண்டிருந்திருக்கவேண்டும். அந்நிலையில் வானத்

தில் உள்ள மற்ற நக்ஷத்திரங்களில் ஒன்று சூரியனுக்குச் சற்று சமீபத்தில் வந்திருக்கவேண்டும். இதன் விளைவாக இரண்டுக்குமிடையே பெரியதொரு கவர்ச்சி சக்தி தோழிற்பட்டு சூரியனின்று சிறிதுபாகம் தெறித்துவெளிப் பட்டிருக்கவேண்டுமென்று விஞ்ஞானிகள் ஊகிக்கின்ருர் கள். பூமி, புதன், சுக்கிரன் முதலிய கிரகங்கள் இவ்வாறு தெறித்து வந்த பாகத்தின் அம்சங்களே என்று கூறுகின் ருர்கள். சற்றேறக்குறைய அதே சமயத்தில் கிரகங் களிலிருந்து சில பாகங்கள் வெளிப்பட்டு உபகிரகங்கள் ஏற்பட்டன என்று கூறுகின்ருர்கள், பூமியைச் சுற்றிச் சந்திரன் ஓடிவருவதுபோல, செவ்வாய் கிரகத்தைச் சுற்றி இரண்டு உபகிரகங்களும், குரு, சனி இவ்விரண்டு கிர கங்கள் ஒவ்வொன்றையும் சுற்றி ஒன்பது உபகிரகங்களும் யுரேனஸைச் சுற்றி நான்கு உபகிரகங்களும், நெப்த் யூனேச்சுற்றி ஒரு உபகிரகமும் ஓடிவருவதைக் கண் டார்கள். சுக்கிரன், புதன் இரண்டுக்கும் உபகிரகங்கள் இல்லை. கிரகங்களும் உபகிரகங்களும் நக்ஷத்திரங்களைப் போல சுயம்பிரகாசமானவை அல்ல. இவை எல்லாம் சூரிய வெளிச்சத்தினுல்தான் பிரகாசிக்கின்றன.

சூரியனுக்கு மிகவும் அருகாமையில் இருப்பது புதன். இதற்கும் சூரியனுக்கும் உள்ள தூரம் சுமார் மூன்று கோடி மைல் (Thirty million miles). சூரியனுக்கு மிகவும் தூரத்தில் உள்ளது புளுடோ (Pluto) என்னும் கிரகம். இது சூரியனின்று நாலு லக்ஷம் கோடி (Four billior) மைல்களுக்கு அப்பால் இருக்கின்றது. இக்கிரகம் 1930-ம் ஆண்டில்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக்கிரகங்கள் ஒவ்வொன்றின் விட்டமும் (Diameter) வெவ்வேருகும், பரிமாணத்தில் மிகவும் சிறியதான புதனின் விட்டம் சுமார் மூவாயிரம் மைல் என்றும், பரிமாணத்தில் மிகவும் பெரியதான குருவின் விட்டம் எண்பத்தி எண்ணுயிரம் மைல் என்றும் கண்டிக்கின்ருர்கள். கிரகங்கள் ஒவ் வொன்றின் நிறையையும் அளந்திருக்கின்ருர்கள். இவற்றை எல்லாம் கூட்டிவரும் தொகை சூரியன் நிறை யில் எழுநூற்றில் ஒரு பங்கே இருப்பதைக் கண்டார்கள்.

புளூடோ என்னும் கிரகம் நீங்கலாக மற்ற கிரகங்களை இரண்டு வகுப்புகளாகப் பிரித்துக்கொள்ளலாம்; புதன் சுக்கிரன், பூமி, செவ்வாய் ஆகிய நான்கும் முதல் வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. குரு, சனி, யுரேன்ஸ், நெப்த்யூன் நான்கும் இரண்டாவது வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. முதல் வகுப்புக் கிரகங்களுக்கும், இரண்டாவது வகுப்புக் கிரகங்களுக்கும் பல வித்தியாசங்கள் இருக்கின்றன. முதல் வகுப்புக் கிரகங்கள் இரண்டாவது வகுப்பு கிரகங்களைக் காட்டிலும் சிறியவை. ஆனால் இவற்றின் திண்மை (Density) இரண்டாவது வகுப்புக் கிரகங்களின் திண்மையைக் காட்டிலும் அதிகமாயிருக்கின்றது. மற்றும் முதல் வகுப்பு கிரகங்களின் நிறைகளைக் கூட்டினால் அத்தொகை இரண்டாவது வகுப்புக் கிரகங்களில் மிகக் குறைவான கிரகத்தின் நிறையைவிடவும் குறைவாக இருப்பது தெரிய வந்தது. புளூடோ கிரகத்தின் குணங்கள் இவ்விரு வகுப்பு கிரகங்களைக்காட்டிலும் சற்று வேறாக இருப்பதைக் கண்டார்கள். இனி, இக்கிரகங்களைப் பற்றித் தனித்தனியே சிறிது கூறுவோம்.

கிரகங்கள் எல்லாவற்றிலும் மிகச் சிறியது புதன் என்று முன்பு கூறினோம். இது எண்பத்தெட்டு நாட்களில் சூரியனை ஒரு சுற்றுச் சுற்றுகின்றது. இதன் கதி செகண்டுக்கு இருபத்தொன்பது மைல் என்று அறிந்தார்கள். பூமியின் மேற்பரப்பில் இருப்பதுபோல இதன் மீது பவனம் யாதொன்றும் இல்லையென்று தெரிகிறது. இதற்கு அப்பால் ஓடிவரும் கிரகம் சுக்கிரன். அனேக விஷயங்களில் இது பூமியைப் போலவே இருக்கின்றது. இதன் விட்டமும், பூமியின் விட்டமும் ஏறக்குறைய ஒரே மதிப்பைக்கொண்டன. இதற்கு சூரியனைச் சுற்றிவர இருநூற்று இருபத்தைந்து நாட்கள் ஆகின்றன. இதன் மேற்பரப்பில் அடர்த்தியான வெண்மேகங்கள் இருப்பது தெரியவந்தது. இவற்றில் கரியமலவாயு (Carbon-di-oxide) அதிகம் இருப்பதைக் கண்டார்கள். இவ்வாயு இருப்பதைக் கொண்டு இங்கு சில உயிர்வர்க்கங்கள் இருக்கவேண்டுமென்று ஊகிக்கிறார்கள். இதற்கு அப்

பால் சூரியனைச் சுற்றி ஓடிவரும் கிரகம் பூமி. பூமிக்கு அப்பால் செவ்வாய் சுற்றி ஓடிவருகின்றது. இது அறு நூற்று எண்பத்தேழு நாட்களுக்கு ஒரு முறை சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றது. இதன் நிறம் சற்று சிவப்பானது. இதன் மேற்பரப்பில் பூமியின் மீது இருப்பதுபோல் காற்று மண்டலம் இருக்கவேண்டுமென்று தெரிகின்றது. இக்காற்றுமண்டலத்தில் பிரதிபலனம் ஆகிவரும் ஒலியைச் சோதனை செய்து பார்த்து நீராவியும், பிராணவாயுவும் இதில் இருக்கவேண்டுமென்று முடிவுகட்டினார்கள். பிராணவாயு இருப்பதிலிருந்து இங்கும் மானிடவாழ்க்கை இருக்கவேண்டுமென்று ஊகிக்கிறார்கள். பூமியில் ஏற்படுவதுபோல இங்கும் பருவகாலங்கள் ஏற்படவேண்டுமென்று நினைக்கத்தக்க சான்றுகள் இருக்கின்றன. இதற்கு அப்பால் சூரியனைச் சுற்றி ஓடிவரும் கிரகம் குரு. இது பன்னிரண்டு வருஷத்திற்கொருமுறை சூரியனைச் சுற்றிவருகின்றது. கிரகங்கள் எல்லாவற்றையும்விட இதுவே நிறை அதிகம் உள்ளது. பூமியின் நிறையில் முன்னூறு மடங்கு கொண்டது இதன் நிறை. இதன் மேற்பரப்பில் நீராவி, பிராணவாயு ஒன்றும் இல்லை. நிறையில் இதற்கு அடுத்தபடியாக உள்ள சனி கிரகம் இதற்கப்பால் சூரியனைச் சுற்றி ஓடிவருகின்றது. மற்றக் கிரகங்களைக் காட்டிலும் இதற்கு ஒரு தனிச் சிறப்பு உண்டு. இது அழகான வட்டங்களால் சூழப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றிற்கு சனி வளையங்கள் (Saturn rings) என்று பெயர். இவ்வட்டங்கள் திடப்பொருள்களாக இருக்க முடியாது என்று கருதுகின்றார்கள். மேலும் இவை மிகவும் சன்னமாக இருப்பதைக் கண்டார்கள். இவ்வளையங்கள் எவ்வாறு உண்டாயின என்று விஞ்ஞானிகளால் இன்னும் கூறமுடியவில்லை. இதற்கு அடுத்தபடியாக முறையே எண்பத்திநான்கு வருஷங்களிலும், நூற்று அறுபத்தைந்து வருஷங்களிலும் யுரேனஸ் நெப்த்யூன் கிரகங்கள் சூரியனைச் சுற்றி ஓடிவருகின்றன நெப்த்யூன் கிரகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது வானசாஸ்திரத்தில் ஒரு விநோத சம்பவமாகும். விஞ்ஞானிகள் யுரேனஸின் இயக்கத்தைப் பரிசோதித்துப் பார்க்கும்போது முன்

ருல் அறியப்பட்ட விதிகளுக்கு முரணுக அது இயங்கு வதைக் கண்டார்கள். இதற்குக் காரணம் அதன் அருகில் வேறெரு கிரகம் இருக்கவேண்டுமென்று நினைத்து அது இருக்கவேண்டிய இடத்தைக் கணக்கிட்டார்கள். தொலைநோக்கியைக்கொண்டு அது கணக்கியலால் இருக்க வேண்டிய இடத்தைப் பார்க்கும்போது அக்கிரகம் தென் படுவதை கண்டு அதற்கு நெப்த்யூன் என்று பெயரிட்டார்கள்.

இக்கிரகங்கள் எல்லாம் சூரியனைச் சுற்றிவருவதற்கு சில விதிகள் உண்டு. அவற்றிற்கு கெப்ளர் விதிகள் (Kepler's laws) என்று பெயர். இவையெல்லாம் சரியான வட்டங்களில் ஓடிவராமல் ஆயதங்களில் (Ellipses) ஓடி வருவது தெரியவந்தது. இவை சுற்றிவருவதற்கு காரணம் நெடுநாள்வரை விஞ்ஞானிகளுக்குப் புலப்படவில்லை. நியூட்டன் என்ற விஞ்ஞானியே இதற்குக் காரணம் கண்டுபிடித்தார். இவர் சூரியனுக்கும் கிரகங்களுக்கு மிடையே அவ்வவற்றின் நிறைகளுக்கு ஏற்ப கவர்ச்சி சக்திகள் தொழிற்படுகின்றதென்றும், அவற்றின் விளைவாகக் கிரகங்கள் எப்பொழுதும் ஓடிவருகின்றன என்றும் எடுத்துரைத்தார். முன்னர் கூறிய விநோத சம்பவம் அதாவது நெப்த்யூன் கண்டுபிடித்த விதம் இவரது கவர்ச்சி விதியினுல்தான் முடிந்தது. உபகிரகங்களும் இதுபோன்ற கவர்ச்சி சக்திகளின் விளைவினுல்தான் கிரகங்களைச் சுற்றி ஓடிவருகின்றன. கிரகங்களின் நிறையைவிட உபகிரகங்களின் நிறை மிகச் சிறியதாகை யால் அவற்றைப் புறக்கணித்து கிரகத்தை உபகிரகம் சுற்றுவதற்குண்டான நேரத்தையும், இரண்டிற்குமுள்ள இடைத் தூரத்தையும் கொண்டு, கிரகங்கள் ஒவ்வொன்றின் நிறையையும் நியூட்டன் கவர்ச்சி விதியினுல்தான் அறிந்தார்கள். இதுபோன்று அநேக விவரங்கள் சூரிய மண்டலத்தைப் பற்றி அறிந்திருக்கின்ருர்கள். அவற்றை எல்லாம் சிந்திக்குங்கால் இயற்கை அன்னையின் விசித்திரம் நன்கு புலனுகும்.

10. ஒளிச் சிதறல்

பொருள்களில் சில சுயம்பிரகாசமாகவும் மற்றவை சுயம் பிரகாசம் இல்லாமலும் இருப்பதை அறியலாம். சுயம் பிரகாசமான பொருள்கள் தாம் வெளியிடும் ஒளியினுல் புலனுகின்றன. மற்றவை அவைகளின்மீது விழும் ஒளியைப் பிரதிபலித்தோ அல்லது சிதறவடித்தோ நமக்குப் புலனுகின்றன. இவ்விரண்டு நிகழ்ச்சிகளுக்கும் வித்தியாசம் உண்டு. ஒளி தாக்கும் பொருளின் பரப்பு மிருதுவாக இருக்கும் பக்ஷத்தில் ஒளி பிரதிபலிக்கும். கரடு முரடாக இருக்குமானுல் 'ஒளிச் சிதறல்' நிகழும். மேலும் பிரதிபலனம் குறிப்பிட்ட ஒரு திசையிலும், ஒளிச் சிதறல் பல்வேறு திசைகளிலும் நிகழும். இவ்வொளிச் சிதறல் மிகச் சிறிய துகள்களின் வழியாக ஒளி செல்லும் பொழுதும் ஏற்படலாம். இதற்கு ஓர் உதாரணத்தைப் பார்க்கலாம். கூரையிலுள்ள ஒரு சந்தின் வழியாகச் சூரிய வெளிச்சம் அறையினுள் நுழைகிற தல்லவா? அதன் போக்கைக் கவனித்தால் அது நன்கு புலனுவதை உணருகிறேம். இதற்குக் காரணம், கிரணக் கற்றையின் வழியில் உள்ள எண்ணற்ற துகள்களே யாகும். இத் துகள்கள் பவனத்தில் உள்ள தூசி, நீர் முதலியவற்றின் துகள்களாகும். இவைகளை ஒளி தாக்கும்பொழுது ஒளிச் சிதறல் ஏற்பட்டு, சிதறிய அந்த ஒளியினுல் கிரணக் கற்றையின் போக்கு நமக்கு நன்கு தோன்றுகிறது.

இத்தகைய ஒளிச் சிதறலினுல் இயற்கை விநோதங்கள் பல ஏற்படுகின்றன. சூரியன் உதயமாகும் முன்னரும், அஸ்தமனமாகிய பின்னரும், அதாவது காலைச் சந்தி மாலைச் சந்தி என்று கூறும் நேரங்களில், பூமியிலுள்ள பொருள்களை நாம் காணக்கூடும் என்பதைக் கவனித்திருக்கலாம். பவனத்தில் மிதந்து நிற்கும் பொருள் துகள்களினுலே சிதறுண்ட சூரிய வெளிச்சத்தினுல்தான் நாம் பார்க்க முடிகிறது. இச் சந்திகள் நீடித்திருக்கும் நேரத்தைக் கொண்டு கணக்கியலால் பவனத்தில் எவ்வளவு உயரத்துக்கு இத்துகள்கள் மிதக்கின்றன என்று காணக் கூடும்.

ஓர் இருண்ட அறையினுள்ளே ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாகச் சூரியனது ஒளியைப் புகச் செய்து, அந்த ஒளிக் கற்றையின் வழியே முப்பட்டைக் கண்ணுடி ஒன்றையும் அதன்பின் ஒரு திரையையும் வைத்து, நியூட்டன் என்னும் பேரறிஞர் திரையின் மீது பல்வேறு நிறங்களைக் கொண்டதோர் ஒளிப் பட்டையை உண்டாக்கிக் காட்டினுர். இதற்கு 'நிறமாலை' எனப் பெயரிட்டார். இதில் ஊதா, அவுரி, நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு, என்ற ஏழு நிற ஒளிகள் முறையே அடங்கி இருப்பதைக் கொண்டு, வெண்ணிற ஒளி மேற்சொன்ன பல்வேறு நிற ஒளிகளின் சேர்க்கையே என்பதை உணர்ந்தார்.

சூரிய கிரணங்களெல்லாம் பிரபஞ்சம் முழுதும் வியாபித்திருக்கும் விசும்பில் அலைகளாகப் பரவி நம்மை அடைகின்றன. அலை இயக்கத்தை நீரின் மேல் அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். அலைகள் செல்லுங்கால் நீர்த்துகள்கள் தாங்கள் இருப்பிடத்திலேயே நின்று மேலும் கீழுமாக ஆடிக் கொண்டிருப்பதையும், ஒரு விதமான நெளிந்த அசைவு மட்டுமே முன்னேறிச் செல்வதையும் காணலாம். ஒரே மாதிரியாகத் துடிக்கும் இரண்டு அடுத்தடுத்துள்ள துகள்களின் இடைப்பட்ட தூரம் அவ்வலைத் தொடரின் நீளம் எனப்படும். இந்த நீளம் துகள்களின் துடிப்புவேகத்தைச் சார்ந்திருக்கும். இதைப்போலவே விசும்பின் துகள்களெல்லாம் துடித்து ஒளி அலைகள் பரவுகின்றன. ஒவ்வொரு நிற ஒளிக்கும் குறிப்பிட்ட ஒவ்வோர் 'அலைநீளம்' உண்டு. சிவப்பு ஒளி மிகுந்த அலைநீளத்தையும், ஊதா ஒளி குறைந்த அலைநீளத்தையும், இவற்றின் நடுவேயுள்ள மற்ற நிற ஒளிகள் அவற்றின் நிலைகளுக்குத் தக்க நீளத்தையும் பெற்றிருக்கின்றன. ஆனல் எல்லா நிற ஒளி அலைகளும் ஒரே கதியுடன் விசும்பில் வியாபிக்கின்றன.

ஒளி மோதும் பொருள்களின் அளவைகள் ஒளி அலைகளின் நீளங்களை விடப் பன்மடங்கு அதிகமாக இருக்கும் பொழுதே பிரதிபலித்தல் உண்டாகிறது. இது நிகழும் போது மீண்டு வருகிற ஒளியில் அடங்கியுள்ள பல்வேறு நிற ஒளிகளின் சேர்க்கையில் யாதொரு மாறுதலும்

உண்டாகிறதில்லே. ஆனல் சிறு துகள்களின் மீது ஒளி மோதுண்டு சிதறவடிக்கப் படும்பொழுது மீண்டுவருகிற ஒளியில் அலே நீளத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறுதல் உண்டாகிறது.

டிண்டல் என்ற விஞ்ஞானி ஒரு பரிசோதனே செய்தார். சுமார் மூன்று அடி நீளமுள்ள ஒரு கண்ணுடிக் குழாயை எடுத்துக்கொண்டு அதன் இரண்டு முனேகளே யும் இரண்டு கண்ணுடிச் சில்களினுல் அவர் மூடிக்கொண்டார். ஒரு முனேயிலிருந்து மற்ருெரு முனேக்குக் குழாய் நெடுக ஓர் ஒளிக்கற்றை செல்லக் கூடுமாறு வசதி செய்து கொண்டார். முதலில் குழாயிலுள்ள காற்றை வெளியே அகற்றிவிட்டுப் பின்னர்ச் சில இரசாயனக் கலப்புப் பொருள்களே உள்ளிட்டார். இவை மிகச் சிறிய துகள்களாகக் குழாய் முழுவதும் வியாபிக்கும் தன்மை வாய்ந்தவை. இப்பொழுது குழாயின் வழியாக வெண்ணிற ஒளிக்கற்றை ஒன்றைச் செலுத்தவே, அவ்வொளி குழாயில் மிதந்து நிற்கும் எண்ணற்ற சிறிய துகள்களினுல் சிதறப்பட்டுக் குழாய் நீல நிறத்துடன் தோன்றுவதைக் கண்டார். நேரம் செல்ல இரசாயன மாறுபாட்டின் வேகத்தால் துகள்கள் பின்னும் பெரியனவாகச் சிதறி வெளிவரும் ஒளி பின்னும் அதிக நீலமாக இருப்பதைக் கண்டார். இதைக் கணக்கியலால் பரிசோதித்துச் சிதறி வரும் ஒளியின் உறைப்பு (Intensity) ஒளி அலே நீளத்தின் வர்க்க இருமைக்கு எதிர் விகிதமாக (Inversely as the square root) இருப்பதை, ராலே என்ற விஞ்ஞானி கண்டு பிடித்தார். ஆகையினுல் மிகச் சிறிய துகள்கள் அடங்கிய ஒரு யானத்தின் வழியாக வெண்ணிற ஒளி சென்ருல் குறைந்த அலே நீளங்களேயுடைய ஒளிப் பகுதி சிதறப் படுமென்றும், அதிக அலே நீளங்களேயுடைய ஒளிப் பகுதி கடந்து சென்று விடுமென்றும் உணரலாம்.

பவனத்தில் தூசி, நீர் இவற்றின் துகள்கள் எப்பொழுதும் மிகுந்து மிதக்கின்றன. சூரியனிடமிருந்து வரும் வெண்ணிற ஒளி இவைகளினுல் சிதறப்பட்டு, அச் சிதறிய ஒளியினுலேயே நாம் ஆகாயத்தைப் பார்க்கிருேம்.

மேலும் அச்சிதறிய ஒளி அத்துகள்களைச் சிறிது தூரம் கடந்த பின்னரே நம்மை அடைகிறது. இதனால் அதிக அலை நீளங்களையுடைய ஒளிப் பகுதியும், அதிகக் குறைவான அலை நீளங்களையுடைய ஒளிப் பகுதியும் நீக்கப்படுகின்றன. எனவே எஞ்சிய பகுதியில் நீல நிறம் மட்டுமே மிருந்து நிற்கிறது. அதனால் ஆகாயம் நமக்கு நீலமாகப் புலனாகிறது. துகள்கள் அனைத்தும் பெரியனவாகவே இருக்குமானால் வெண்ணிற ஒளியில் ஒரு மாறுதலும் உண்டாகாமல் ஆகாயம் வெண்ணிறமாகவே தோன்றும். டிண்டல் என்பவர் தூசி, நீர் இவற்றின் துகள்களினால் மட்டுமே இம்மாறுதல் ஏற்படுகிறது என்று கருதினார். பெருத்த மழையினால் இத்துகள்கள் அடித்துச் செல்லப் பட்ட பின்னரும் ஆகாயம் நீல நிறத்துடனேயே தோன்றுவதிலிருந்து காற்றுத் துகள்களும் இச்சிதறுதலுக்குக் காரணமாக இருக்கின்றன என்று ராலே எடுத்துக் காட்டினார். கடல்நீர் நீலமாகத் தோன்றுவதும் இதே காரணம் பற்றித்தான். நீர்ப்பரப்பில் ஆகாயம் பிரதிபலிப்பதால் கடல்நீருக்கு இந்த நீல நிறம் ஏற்பட்டதென்று முதலில் கருதினார்கள். கடல்நீர் ஆகாயத்தைக் காட்டிலும் அதிக நீல நிறத்துடன் இருப்பதிலிருந்து இது முற்றும் உண்மையன்று என்று உணரலாம். இங்கும் நீர்த் துகள்களால் ஒளிச் சிதறல் நேர்ந்து, நமக்கு நீல நிற ஒளி மட்டுமே புலனாகிறது என்று அறியப் பட்டது. இது சம்பந்தமாக நம் நாட்டுப் பேரறிஞர் ஸர். ஸி. வி. ராமன் கல்கத்தாவிலிருக்கும்போது ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி இதை ஊர்ஜிதப் படுத்தினார்.

ஒளிச் சிதறல் காரணமாக ஏற்படும் மற்றோர் இயற்கைச் சம்பவத்தை இப்பொழுது பார்ப்போம். சூரியன் உதிக்கும்பொழுதும் மறையும்பொழுதும் செந்நிறமாகத் தோன்றுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். சூரியனிடமிருந்து நேராக வரும் இவ்வொளியில் இம்மாறுதல் எவ்வாறு உண்டாயிற்று என்பதைக் காண்போம். மேற்சொன்ன இரண்டு நிலைகளிலும் சூரியன் ஆகாயத்தில் மிகத் தாழ்ந்த நிலைகளில் இருக்கிறது. எனவே அதன் கிரணங்கள் நம்மை வந்தடைவதற்குள் பவனத்தில் வெகு

தூரம் வரவேண்டியிருக்கிறது. இதிலிருக்கும் துகள்கள் அனைவற்றையும் கடந்துவருவதற்குள் சூரிய வெளிச்சத்திலிருந்து சிவப்பு நிற ஒளியைத் தவிர மற்ற எல்லா நிற ஒளிகளும் நீக்கப்படுகின்றன. அதன் பொருட்டுச் சூரியனது பிம்பம் செந்நிறமாகத் தோன்றுகிறது. சூரியன் சந்திரன் இரண்டையும் சுற்றிச் சில சமயங்களில் பல்வேறு நிறங்களுடன் தோன்றும் வட்டங்களை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இவையும் ஒளிச் சிதறலினாலேயே ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சிகளாகும்.

கடைசியாக ஒளிச் சிதறலினால் ஏற்படுகிற மற்றொரு நிகழ்ச்சியைக் கவனிப்போம். இந்நிகழ்ச்சியைக் கண்டுபிடித்தவர் நம் நாட்டுப் பேரறிஞரான ஸர். ஸி. வி. ராமன் என்பவரே. இது அவர் பெயராலேயே வழங்கிவருகின்றது. அவர் நன்முய்ச் சுத்தப்படுத்திய சில திரவங்களின் வழியாக மிகப் பிரகாசமுள்ளதும், நிறமாலையின் சிறு பகுதியையே கொண்டதுமான ஒளிக்கற்றை ஒன்றைப் புகவிட்டார். திரவத்தின் துகள்கள் அவ்வொளியை நாலு பக்கங்களிலும் சிதறச் செய்தன. அவ்வாறு சிதறிவரும் ஒளியைத் தக்க கருவிகளைக் கொண்டு பரிசோதித்தார். அதில் புகுந்த ஒளிப்பகுதியின் அலை நீளங்கள் சற்று மிகுந்தும் குறைந்தும் இருப்பதைக் கண்டார். பன்முறை சோதனைகள் நடத்தி, தாம் கண்டதை உறுதிப்படுத்திக்கொண்டார். அதாவது துகள்களினால் ஒளி சிதறும்போது. அவ்வொளியின் அலைநீளம் மாறுபடுகிறது என்பதே இவர்கண்ட முடிவு. திரவங்கள் மட்டுமல்லாமல் வாயுப்பொருள்களும் இம்மாறுதலை உண்டாக்குகின்றன என்று கண்டார். இம்மாறுதல் ஒவ்வொரு பொருளின் திறத்திலும் ஒவ்வொரு விதமாக இருப்பதிலிருந்து பொருள்களின் மூலகங்களின் தன்மையை அறிவதற்கு இந்நிகழ்ச்சி பெரிதும் பயன்படக்கூடும் என்று காட்டினர். 1928-ஆம் வருஷம் மார்ச்சு மாதம் 16-ஆம் தேதியன்று இவர் கண்டுபிடித்ததை உலகிற்கு வெளியிட்டார். அது பற்றி இவருடைய புகழ் எங்கும் பரவிற்று. இதற்காக இவருக்கு நோபல் பரிசும் வழங்கப்பட்டது.

11. பூகம்பம்

இயற்கை விநோதங்களைக் கண்டு களித்துப் பாடாத கவிகள் இல்லை. ஆனால் பூகம்பம், எரிமலைகள், புயற் காற்று, வெள்ளம் முதலிய இயற்கை சம்பவங்களை நினைத் தாலே நாம் திகிலடைகிறோம். இவற்றைத் தடுப்பது என்பது மனிதனால் முடியாத காரியம்.

இருந்தாலும் அவை உண்டாகும் விதத்தை விஞ் ஞான துணை கொண்டு அறியலாம். பன்னிரண்டு வரு ஷங்களுக்கு முன் பிஹார் மாகாணத்திலும், நேபாளத் திலும் ஒரு பெரிய பூகம்பம் ஏற்பட்டது. மூன்றே நிமி ஷத்தில் மாங்கியர், காட்மண்டு, பாட்னா, டார்ஜிலிங் முத லிய ஜன பெருக்கமுள்ள நகரங்கள் பிணக்காடுகளாக ஆயின. பெரிய கட்டிடங்கள் எல்லாம் இடிந்து தவிடு பொடியாகி விட்டன. தரை அனேக இடங்களில் வெடித்து, வெடித்த இடங்களிலிருந்து தண்ணீரும், மண லும் கட்டுக் கடங்காமல் வெளிப்பட்டன. இது ஏற்பட்டு சில காலத்துக்குள்ளேயே பலுச்சிஸ்தானில் உள்ள குவெட்டா என்னும் பெரிய நகரத்தில் மற்றொரு பூகம்பம் உண்டாயிற்று. இது இரவில் ஏற்பட்டதினால் ஜனச் சேதம் ஏராளமாக நேர்ந்தது. அன்றிரவு சுமார் இருபதி னாயிரம் பேர் இறந்ததாகக் கூறப்படுகிறது பிஹாரில் ஏற்பட்டதைப்போல அவ்வளவு விஸ்தீரணத்துக்கு இங்கு பூகம்பம் ஏற்படாவிட்டாலும், ஜனச் சேதம், பொருள் சேதம் இரண்டும் பிஹாரில் ஏற்பட்டதை போல இருந் தது. பிஹாரில் மேடுபள்ளங்கள் மாறி, பயிர் நிலங்கள் எல்லாம் பாழாகி விட்டன. இதனால் பல வருஷங்களுக்கு சாகுபடி செய்ய முடியாமல் போய்விட்டன.

பூகம்பம் எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதை அறி வதற்கு முன் பூமி எவ்வாறு உண்டாயிற்று என்பதைப் பற்றி சிறிது கூற வேண்டியிருக்கிறது. பூமி சூரியனின்று பிரிந்த விதத்தைப் பற்றி விஞ்ஞானிகளிடையே இரண்டு சித்தாந்தங்கள் இருந்து வருகின்றன. கோடிக்கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன் சூரியன் தன்னைச் சுற்றி யாதொரு

கிரகமும் இல்லாமல் தனியே வானத்தில் சஞ்சரித்துக் கொண்டிருக்கும்போது ஒரு சமயம் திடீரென்று மற்றொரு நக்ஷத்திரம் அதை நெருங்கி வந்திருக்க வேண்டும். அப்பொழுது இரண்டுக்கும் இடையே கவர்ச்சி ஏற்பட்டு அதன் விளைவாக சூரியனிடமிருந்து சில பாகங்கள் தெறித்து வந்திருக்க வேண்டுமென்றும், அவைகளில் ஒன்றுதான் நாம் வசிக்கும் பூமி என்றும் கூறுகிறார்கள். இது ஒரு சித்தாந்தம். மற்றொரு சித்தாந்தத்தில் சூரியன் தன்னைத்தானே சுற்றி வரும்போது அதன் விளிம்புப் பிரதேசத்தில் உள்ள பாகங்களின் கதி அதிகரிக்க, அப்பாகங்கள் சூரியனின் கவர்ச்சியை மீறி தெறித்து வெளிப்படவே கிரகங்கள் உண்டாயின என்று கூறுகிறார்கள். காரணம் எப்படி இருந்த போதிலும், பிரிந்த சமயத்தில் பூமியும் சூரியனைப்போல நெருப்புப் பிழம்பாக இருந்திருக்க வேண்டுமென்றும் காலப் போக்கில்தான் பூமியின் மேற்பரப்பு குளிர்ந்திருக்க வேண்டுமென்றும் அனைவரும் ஒப்புக் கொள்கிறார்கள்.

பூமியின் மேற்பரப்பு குளிர்ந்தபோது ஆங்காங்கே உள்ள பொருளின் திண்மைக்குத் தகுந்தவாறு சில இடங்களில் மலைகளும், சில இடங்களில் பள்ளத் தாக்குகளும், மற்றும் சில இடங்களில் சமவெளிகளும் உண்டாயின. பூமியின் மேற்பரப்பு குளிர்ந்ததே யொழிய பூமியின் உட்புறம் குளிரவில்லை. இதன் காரணமாக சில சமயம் பூமி வெடித்து எரிமலைகளைக் கக்குவதுண்டு. பூமி அவ்வாறு வெடிக்கும்போது உண்டாகும் அதிர்ச்சி மற்ற பாகங்களுக்குப் பரவும். எனவே பூகம்பம் உண்டாவதற்கு எரிமலைகள் ஒரு காரணம். பெரிய மலைத்தொடர்களின் அடிவாரத்தில் அவற்றின் பளு தாங்க மாட்டாமல் பூமியில் விரிசல் (Fault) ஏற்படுவதுண்டு. இதன் விளைவாக மலைப் பிரதேசங்கள் சரியும். சரியும்போது உண்டாகும் அதிர்ச்சி மற்ற இடங்களுக்குப் பரவி தீங்கை விளைவிக்கும். சரிவு நிதான்மாக ஏற்பட்டால் அதிர்ச்சி கடுமையாக இருப்பதில்லை. சரிந்தது காலப் போக்கில்தான் தெரிய வரும். சரிவு திடீரென்று ஏற்படும்போது அதிர்ச்சியின்

சக்தி அதிகம். இதனால் அதிர்ச்சி அதிக தூரமும் பரவு கிறது. பூகம்பம் ஏற்படுவதற்கு இது மற்றொரு காரணம். இக்காரணத்தினால்தான் பூகம்பங்கள் அடிக்கடி நிகழ்ந்து வருவதாக கூறப்படுகிறது. விஞ்ஞானிகள் கூறும் மூன்றாவது காரணத்தை கவனிப்போம். பூமியின் மேற்பரப்பின் பெரும் பகுதி கடல். கடலின் அடிவாரம் சில சமயம் சில இடங்களில் அமுங்கி விடுகிறது. இதனால் கடலில் பெருத்த அலைகள் உண்டாகி, அருகிலுள்ள பிரதேசங்கள் வெள்ளத்தில் மூழ்கி விடுகின்றன. அப்பொழுது பூமிக்கு ஏற்படும் அதிர்ச்சி மற்ற இடங்களுக்கும் பரவுகிறது. சற்றேறக்குறைய இருநூறு வருஷங்களுக்கு முன் ஐரோப்பாவிலுள்ள போர்ச்சுகல் என்னும் நாட்டில் இது போன்ற பூகம்பம் ஏற்பட்டது. அந்நாட்டின் தலை நகரான லிஸ்பனு (Lisbon)க்கு அருகாமையிலுள்ள கடலில் நாற்பது அடி உயரத்திற்கு அலைகள் கிளம்பி நகரத்தின் பெரும் பகுதியை அழித்து விட்டதாகக் கூறப்படுகிறது. அப்பொழுது ஏற்பட்ட பூகம்பத்தின் விளைவாக அங்கிருந்து வெகு தூரத்துக்கு அப்பாலுள்ள ஏரிகளின் நீர் மட்டம், குடத்தில் தண்ணீர் ஆடுவதுபோல இரண்டு மூன்று அடி உயரம் கிளம்பி ஆடிக்கொண்டிருந்ததாம். தமிழ் நாட்டில் ஒரு காலம் பிரசித்தி பெற்ற 'புகார்' என்னும் பட்டிணமும் இத்தகைய கதியைத்தான் அடைந்திருக்க வேண்டுமென்று தெரிகிறது.

அதிர்ச்சி பரவும் விதத்தை இப்பொழுது பார்ப்போம். குளத்தில் ஒரு கல்லைப் போட்டவுடன் வட்டம் வட்டமாக அலைகள் நாற்புறமும் பரவிச் செல்வதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். கல்விழுந்த இடத்திலிருந்து கிளம்பிய இவ்வலைத் தொடர் சிறிது தூரம் சென்றவுடன் மறைந்து விடுவதையும் பார்க்கலாம். மறையும் தூரம் கல் விழுந்த இடத்தில் நீருக்கு ஏற்பட்ட அதிர்ச்சியின் சக்தியைப் பொறுத்திருக்கும். கல் விழுந்த இடத்துக்கு அருகில் ஒரு நெட்டித் துண்டு அல்லது மரத் துண்டு மிதப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அலைகள் பரவிச் செல்லும்போது இத்துண்டு மேலும் கீழுமாக ஆடுவதைக் கவனிக்கலாம். இத்தகைய அலைகளுக்கு குறுக்கலைகள்

(Transverse waves) என்று பெயர். அலைகளில் மற்ெருரு விதமுண்டு. இவற்றுக்கு அமுக்கு அலைகள் (Compres-sianal waves) என்று பெயர். அறுவடை ஆவதற்கு ஒரு மாதத்துக்கு முன் நெற்பயிர் மணிகளை தலையிலேந்திய வண்ணம் நிமிர்ந்து நிற்கும் காக்ஷி அனைவர் மனதையும் கவர்ந்திருக்கலாம். இத்தகைய நிலைமையில் நெற்பயிர் இருக்கும்போது வயலின் ஒரு புரத்திலிருந்து காற்று வீசுவதாகக் கொள்வோம். அப்பொழுது பயிரில் ஒரு அலை இயக்கம் தோன்றுவதைக் காணலாம். மணிகள் முன்னும் பின்னுமாக ஆடி இவ்வலைத் தொடரை முன்னேறிச் செல்லச் செய்யும். மற்றும் இது செல்லும்போது சில இடங்களில் மணிகள் நெருங்கியும் சில இடங்களில் விலகியும் இருப்பதை பார்க்கலாம். இத்தகைய அலைத் தொடருக்குத்தான் அமுக்க அலைகள் என்று பெயர்.

பூகம்பத்தினுல் இரண்டுவித அலைகளும் உண்டாகின்றன. விரிசல் ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து அலைகள் உற்பத்தியாகிப் பரவுகின்றன. இவ்விடத்தை (Focus) என்றும், இதற்கு நேர் உயர பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள இடத்தை (Epicentre) என்றும் கூறுவார்கள். இவ்விரண்டுவகை அலைகளும் வெவ்வேறு வேகத்துடன் பரவும். அமுக்க அலைகள் குறுக்கலைகளைக் காட்டிலும் வேகமாகப் பரவுவதால் ஒரிடத்தில் முதல் அதிர்ச்சி, அமுக்க அலைகளினுல்தான் உண்டாகும்.

சற்று நேரம் கழித்து குறுக்கலைகளினுல் அதிர்ச்சி உண்டாகும். இவ்விரண்டுவகை அலைகளும் (Focus) என்னும் இடத்திலிருந்து நேராக வருபவை. இவற்றை தவிர அதிக சக்தி வாய்ந்த மற்ெருரு அலைத் தொடர் ஒன்று பரவுகிறது. இதற்கு "Rayleigh waves "ராலே அலைகள்" என்று பெயர். இவை (Focus) என்னுமிடத்திலிருந்து நேராக வராமல், பிரதி பலனத்தினுல் மேற் பரப்பின் மூலமாகவே பரவிச்செல்லுவதால் இவ்வலைத் தொடருக்கு பரப்பு அலைகள் (Surface waves) என்றும் பெயர். முன்னர் கூறிய இரண்டுவித அலைகளைக் காட்டிலும் இவ்வலைத் தொடர் தாமதமாகச் செல்லும். ஆனுல் இதன்

அதிர்ச்சிதான் கன கடுமையாக இருக்கும். எல்லா விபத்துக்களும் இவ்வலைத் தொடரினுல்தான் ஏற்படுகிறது. இவ்வலைகள் எல்லாவற்றின் வன்மையை அறிவதற்கு (Seismograph) 'சீஸ்மோ கிராப்' என்னும் ஒரு கருவியை அமைத்திருக்கிருர்கள். பல இடங்களில் சோதனைச்சாலைகளை ஏற்படுத்தி இக்கருவிகளை அமைத்து உலகில் எல்லா இடங்களில் ஏற்படும் பூகம்பங்களைப் பற்றிய விவரங்கள் அறியப்படுகின்றன. ஓரிடத்தில் ஏற்படும் முதல் இரண்டு அதிர்ச்சிகளின் இடைக்காலத்தை அளந்து, அலைகளின் உற்பத்தி ஸ்தானத்தை நிர்ணயிக்க முடிகின்றது. மற்றும் அதிர்ச்சியின் பலத்தை இக்கருவியினுல் அளந்து இவ்வலைகள் எவ்வளவு தூரம் பரவிச் செல்லுகின்றன என்றும் அறிய முடிகின்றது. எப்பொழுதும் உலகின் ஏதாவது ஒரு பாகத்தில் பூகம்பம் இருந்துகொண்டே இருக்கிறது என்று கூறுகிருர்கள். ஆனல் அவை எல்லாம் கடுமையாக இருப்பதில்லை என்றும், சிலவற்றினுல் தான் சேதம் உண்டாகிறது என்றும் கூறுகின்ருர்கள். பிலிப்பைன் தீவுகள், இதாலி, சீன, ஜப்பான் மெக்ஸிகோ முதலிய இடங்களில்தான் பூகம்பம் அடிக்கடி உண்டாகிறதாக அறிந்தார்கள். உலகில் பூகம்பம் ஏற்படக் கூடிய எல்லா இடங்களையும் அறிந்து அதிலிருந்து ஒரு முடிவை கண்டார்கள். அதாவது பூமியின் மேற் பரப்பில் இடங்கள் எல்லாம் இரண்டு பட்டைகளில் (Belts) அடக்கி விடுவதாக கூறுகிருர்கள். ஒன்றுக்கு Circum Pacific (பஸிபிக் சமுத்திரத்தைச் சுற்றியுள்ள) Belt என்றும், மற்ருென்றுக்கு Mediterranean (மத்யதரைக்கடல் பிரதேசத்து) Belt என்றும் பெயர். இவற்றிலும் இவற்றுக்கு சமீபத்தில் உள்ள நாடுகளுக்கும்தான் பூகம்பத்தினுல் சேதம் அதிகமாக உண்டாகும். மற்றும் இச்சோதனைகளின் விளைவாக பூமியின் உள் அமைப்பைப் பற்றிய அனேக விவரங்கள் தெரியவந்தன. எனவே பூகம்ம்பத்தினுல் ஏற்படும் உயிர்ச் சேதம், பொருள் சேதம் ஏராளமாக இருந்தபோதிலும் பூமியின் அமைப்பைப் பற்றிய நமது அறிவு அதிகரிப்பதைக் கொண்டு நாம் ஒருவாறு மனதைத் தேற்றிக்கொள்ளலாம்.

12. ரேடியோப் படம்

சமீபத்தில் கும்பகோணத்தில் நடந்த மகாமகத்தின்போது திருச்சி அகில இந்திய ரேடியோ நிலையத்தார் அங்கு நடை பெற்ற காட்சிகளைப் பற்றிய விவரங்களை அவ்வப் போது ஒலி பரப்பினார்கள். அவற்றைக் கேட்கும்போது அங்கு நடைபெற்ற காட்சிகளையும் வீட்டிலிருந்து கொண்டே கண்டு களிக்கும் காலம் எப்பொழுது ஏற்படப் போகிறதோ என்று ஒவ்வொருவரும் நினைத்திருக்கக் கூடும். இதற்காக விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்திருக்கும் சாதனங்கள் மிகவும் அற்புதமானவை. நாம் ஒரு காட்சி யையோ, படத்தையோ பார்க்கும்போது அதன் பல பாகங்களின் பிரகாசம் வெவ்வேறு அளவாகத் தோன்று வதை கவனிக்கிறோம். அப்பொழுது தோன்றும் ஒளி அளவின் மாறுதல்கள் கண்ணிலுள்ள நரம்புகளில் அதிர்ச்சியாக மாறி மற்ற நரம்புகளின் மூலம் மூளையை அடைகின்றன. மூளையிலுள்ள நரம்புக் கண்ணிகள் (Nerve Cells) மறுபடியும் அவைகளை ஒளி மாறுதல் களுடைய காட்சியாகவோ, படமாகவோ மாற்றி நம்மை உணரச் செய்கின்றன. இவ்வளவு சீக்கிரத்தில் நடை பெறுவதால் நாம் உடனே அதைப் பார்ப்பதாக நினைக்கி றோம். ஒலியை அனுப்புவது போல இவ்வொளி மாறுதல் களையும் ஏன் ரேடியோ மூலம் அனுப்பக் கூடாது என்று விஞ்ஞானிகள் ஆராயத் தொடங்கினார்கள். முதலில் தந்திக் கம்பிகள் மூலம் படங்களை அனுப்புவதற்குண் டான வழியைக் கண்டு பிடித்தார்கள், இம்முறைக்கு (Photo telegraphy) என்று பெயர். பின்னர் கம்பிகள் இல்லாமலே ரேடியோ மூலம் படங்களை அனுப்புவதற்கு வழியைக் கண்டு பிடித்தார்கள். சமீபத்தில் படம் பிடிக் காமலே அவ்வப்போது நிகழும் காட்சிகளை உடனுக் குடனே ரேடியோ மூலம் அனுப்புவதற்குண்டான வழி யைக் கண்டு பிடித்திருக்கின்றார்கள். இம்முறைக்குத்தான் (Television) என்று பெயர். இவற்றை எல்லாம் பற்றிய சில விவரங்களை இக்கட்டுரையில் கவனிப்போம்.

தினசரிப் பத்திரிகைகளில் வரும் படங்களை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். அவை எல்லாம் புள்ளி புள்ளியாகத் தோன்றுவதைப் பார்க்கலாம். இப்புள்ளிகளெல்லாம் சேர்ந்துதான் படங்களாகத் தோன்றுகின்றன. விளக்கமாகத் தெரியும் படங்களில் அனேக புள்ளிகள் இருக்கும். விளக்கம் குறைவாக இருக்கும் படங்களில் புள்ளிகள் குறைவாக இருக்கும். இதிலிருந்து ஒரு படத்தை அனுப்புவதற்கு அதைப் பல புள்ளிகளாகப் பிரித்துக்கொள்ள வேண்டுமென்று சுலபமாக அறியலாம். இதைச் செய்வதற்கு முதலில் படத்தை மேலிருந்து கீழே பல கோடுகளாகப் பிரித்துக் கொள்வார்கள். இதைத் தான் வரியிடுதல் (Scanning) என்று கூறுகிறார்கள். ஒளி மாறுதல்கள் செவ்வையாகத் தெரிவதற்கு ஒவ்வொரு கோட்டையும் பின்னும் பல புள்ளிகளாகப் பிரித்துக் கொள்வார்கள். இவ்வாறு எல்லாக் கோடுகளையும் பிரித்துக் கொண்டபின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலிருந்தும் வெளிவரும் ஒளியை ரேடியோ மூலம் பரப்பி, பார்க்க வேண்டிய இடத்தில் மறுபடியும் இவற்றை எல்லாம் வீசம் செகண்டுக்குள் ஒருமிக்கச் சேர்க்கின்றார்கள். ஏன் வீசம் செகண்டுக்குள் சேர்க்கவேண்டுமென்று நினைக்கலாம். நாம் ஒரு பொருளைப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் போதே அது திடீரென மறைந்து விடுகிறதென்று கொள்வோம். அப்பொருளுடனே கண்ணிலே அது தோற்றுவித்த புலனுணர்ச்சியும் மறைந்து விடுவதில்லை. அப்பொருளுணர்ச்சி அற்றுப் போவதற்குச் சிறிது தாமதம் ஏற்படுகிறது. இத்தாமதம் (Persistence of vision) வீசம் செகண்டு என்று கண்டிருக்கிறார்கள். எனவே படத்தின் எல்லாப் புள்ளிகளிலிருந்தும் வரும் ஒளியை வீசம் செகண்டுக்குள் ஒருமிக்கச் சேர்த்துப் பார்க்க வேண்டுவதன் காரணத்தை அறியலாம். இனி ஒளியை எவ்வாறு ரேடியோ மூலம் அனுப்ப முடிந்தது என்று கவனிப்போம்.

ஒளி மாறுதல்களை மின்சாரமாக மாற்றினால்தான் அவற்றைக் கம்பிகளின் மூலமாகவோ அல்லது ரேடியோ

மூலமாகவோ அனுப்ப முடியும் என்று தெரிந்து கொண்டார்கள். இதைச் செய்யும் சாதனம் நெடுநாள் வரை கண்டு பிடிக்கப்பட வில்லை, இச்சாதனமே ஒளியியல் மின்கடம் (Photo electric cell) எனப்படும். நம்முடைய கண் எப்படி ஒளி மாறுதல்களை நரம்புகளின் மூலம் அதிர்ச்சியாக மாற்றுகிறதோ, அதேபோல இச்சாதனம் ஒளி மாறுதல்களை மின்சாரமாக மாற்றுவதால் இதற்கு மின்சாரக் கண் (Electric eye) என்று பெயர். இதன் உதவியால் தான் மௌனப்படங்களைப் பேசும் படங்களாக மாற்ற முடிந்தது. இது நம் வீடுகளில் உபயோகிக்கும் மின்சார விளக்கின் குமிழைப் போலிருக்கும். குமிழின் பாதிபாகத்திற்குப் பாதரசம் பூசப்பட்டு, அந்தப் பூச்சின் மேல் ஒளியை மின்சாரமாக்கும் தன்மையுள்ள இரசாயனப் பொருள் தடவப்பட்டிருக்கும். குமிழின் நடுவே, உலோகக் கம்பி ஒன்று நிறுத்தப்பட்டிருக்கும். ஒளி இரசாயனப் பூச்சின் மீது விழும்போது, குறை மின்சுமை கொண்டுள்ள சிறுதுகள் (Electrons) கம்பியை நோக்கிப் பாய்கின்றது. இதனால் கம்பிக்கும் பூச்சுக்குமிடையே ஒரு மின்னருவி ஓடுகிறது. இவ்வருவியின் சக்தி பூச்சின் மீது விழுந்த ஒளியின் அளவுக்குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். இச்சாதனத்தைக் கொண்டு படத்திலுள்ள புள்ளிகளின் ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றி ரேடியோ மூலம் அனுப்புகிறார்கள்.

இப்பொழுது படத்தைப் பல கோடுகளாகப் பிரிப்பதற்கு உபயோகப்படும் சாதனத்தைப் பற்றி சிறிது கூறுவோம். இதை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தவர் (Baird) என்ற விஞ்ஞானி. இவர் இயற்றிய கருவியில் (Televiser) முக்கியமான அம்சம் இரண்டு தட்டுகள் (Discs) ஆகும். இவ்விரண்டும் ஒன்றன்பின் ஒன்ருக அமைக்கப்பட்டு சுழலும். முதல் தட்டில் உள் வளைந்த ஒரு வட்டத்தின் (Spiral) பரிதியின் மீது பல குவிவில்லைகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். Baird இயற்றிய கருவியில் முப்பத்திரண்டு வில்லைகள் இருந்தன. இத்தட்டு சுழலும்போது தட்டிலுள்ள வில்லைகள் படத்தின் பலபாகங்களிலிருந்து வரும்

ஒளியைத் தனித்தனியே மின்சாரக் கண்ணின் மீது குவியச்செய்யும். மின்சாரக் கண்ணுக்கும் வில்லைகளைக் கொண்ட தட்டுக்கும் இடையே மற்ருெரு தட்டு இருக்கும். இதற்குதான் Scanning disc என்று பெயர். இத் தட்டின் பரிதியில் பல துவாரங்கள் துளைக்கப்பட்டிருக்கும். வில்லைகளினுல் குவியப்பட்டு வரும் ஒளி, இத்தட்டிலுள்ள துவாரங்களின் வழியாக வந்துதான் மின்சாரக் கண்ணின் மீது விழுமாறு செய்யப்படும். வில்லைகளைக் கொண்ட தட்டும், இவ்விரண்டாவது தட்டும் சேர்ந்து சுற்றும்போது படம் பல கோடுகளாகப் பிரிக்கப்படுவதுடன் ஒவ்வொரு கோடும் பல புள்ளிகளாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றன. சாதாரணமாக இக் கருவி செகண்டுக்கு லக்ஷம் புள்ளிகளினுடைய ஒளியை மின்சாரக் கண்ணுக்கு அனுப்பும். அவ்வாறு ஒவ்வொரு புள்ளியின் ஒளியும் தனித்தனியே மின்சாரக் கண்ணின் மீது விழும்போது அதன் அளவுக்குத் தகுந்தவாறு அதில் மின்சார அருவி ஓடுகிறது. இம் மின்சார அருவிகளைத் தான் ரேடியோ மூலம் அனுப்புகின்ருர்கள்.

தற்காலம் படங்களைப் புள்ளிகளாகப் பிரிப்பதற்கு வேருெரு சாதனத்தைக் கையாளுகிருர்கள். இச்சாதனத்தின் முக்கியபாகம் கத்தோட் கிரண (Cathode ray) குழாய் எனப்படும், இதுவும் அமைப்பில் மின்சாரக் கண்ணைப் போலிருக்கும். இக்குழாயிலுள்ள காற்றை அகற்றிவிட்டு இரண்டு உலோக துருவங்கள் இதனுள் பொருத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு துருவத்தை சூடு செய்து அதனின்று வெளிவரும் குறை மின்சுமை ஏற்றுள்ள துகள்களை (Electrons) ஒரு முகப்படுத்தி கிரணக்கற்றையாகப் பெறுகின்ருர்கள். இக்கிரணக் கற்றைக்குத்தான் Cathode ray என்று பெயர். இதைக்கொண்டு படத்தை வரியிடுகின்ருர்கள். இம்முறை விவரிப்பதற்குச்சற்று சிக்கலானது.

பார்க்கும் இடத்தில் படத்தை எவ்வாறு திருப்பப் பெறுகின்ருர்கள் என்று இப்பொழுது பார்ப்போம்.

படத்திலுள்ள புள்ளிகளின் ஒளிக்குண்டான மின்சாரத்தை ரேடியோ அலைகள் மூலம் அனுப்புமிடத்தில் பரப்புகிறார்கள் என்று முன்பே கூறினோம். பார்க்க வேண்டிய இடத்தில் முதலில் ரேடியோ ஸெட்டில் இந்த அலைகளை ஏற்றுக்கொள்ளுகிறார்கள். பின்னர் அதிலுள்ள ஒளி மாறுதல்களுக்குண்டான மின்சாரத்தை மறுபடியும் ஒளி மாறுதல்களாக மாற்றுவதற்கு நியான் (Neon) விளக்கு என்ற சாதனத்தை உபயோகிக்கின்றார்கள். பட்டணங்களில் இராக்காலங்களில் விளம்பரங்களுக்காக இவ்விளக்குகள் பயன்படுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இதனுள்செல்லும் மின்சாரத்துக்குத் தகுந்தவாறு இதன் பிரகாசம் வேறுபடுகின்றது. எனவே படத்தின் பல புள்ளிகளிலிருந்து வரும் ஒளிக்குண்டான மின்சாரம் இதனுள் பாயும்போது நாம் திரும்பவும் அவ்வொளி மாறுதல்களை அடைகின்றோம். இவ்வொளி மாறுதலை மறுபடியும் தக்கபடி கோடுகளாக சேர்க்கின்றார்கள். இதைச் செய்வதற்கு படத்தை அனுப்புமிடத்தில் உபயோகித்த கருவியை (Televisor)ப் போல மற்றொரு கருவியை உபயோகிக்கின்றார்கள். இரண்டிடங்களிலுள்ள கருவிகளும் ஒரே வேகத்துடன் சுற்றினாலன்றி படத்தைப் பார்க்க முடியாது, இரண்டிற்கும் லயக் குறைவு Synchronisation ஏற்பட்டால் (ஏற்படாவிடில்) குழப்பமான படத்தையே பார்ப்போம். தக்க இயந்திரங்களைக் கொண்டு இக்கருவிகளை ஒத்தியங்கச் செய்து லயக்குறைவு ஏற்படாதவாறு செய்கின்றார்கள். தற்காலம் Cathode ray குழாய்களைக் கொண்டு படங்களைப் புள்ளிகளாகப் பிரித்து வருவதைப் பற்றி முன்பு கூறினோம். இச்சாதனத்தை உபயோகிக்கும்போது இது போன்ற மற்றொரு கருவியை உபயோகித்து, பார்க்குமிடத்தில் படத்தைத் திரும்பவும் பெறுகின்றார்கள். இவ்வற்புத சாதனங்களின் பயனாக உலகில் பல பாகங்களில் நடக்கும் அரிய காட்சிகளை நாமிருக்கும் இடங்களிலிருந்து கொண்டே அனுபவிக்கும் காலம் சீக்கிரம் ஏற்படலாம்.

13. விஞ்ஞானமும் விவசாயமும்

கடவுளின் சிருஷ்டியில் உள்ள ஜீவராசிகள் அனைத்தும் ஒன்றையொன்று சார்ந்தே வாழ்ந்து வருகின்றன. மனித வாழ்க்கைக்குத் தாவரங்கள் மிகவும் அவசியமானவை. நாம் ஜீவிப்பதற்கு வேண்டிய உணவுப்பொருள்களை தாவரங்கள் தான் கொடுத்து உதவுகின்றன. உடுப்பதற்குவேண்டிய ஆடைகளைச்செய்வதற்குப் பருத்தியையும்கொடுக்கின்றன. நாம் சுவாசித்து வெளிவிடும் காற்றை சுத்திசெய்வது தாவரங்கள் தான். பலவழிகளில் உதவும் இத்தாவரங்கள் நன்ருக வளருவதற்கு வேண்டிய முறைகளை விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்திருக்கிருர்கள். ரசாயனம் இதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

இதன் பயனுக தற்காலம் ஐரோப்பா, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் விஞ்ஞான முறையில்தான் விவசாயம் நடைபெற்று வருகிறது. இம்முறையை மேற்கொண்டுதான் ரஷ்யா தேசத்தில் கோதுமையை ஏராளமாகச் சாகுபடி செய்து அந்நாட்டின் உணவுப்பஞ்சத்தை முற்றிலும் அகற்றிவிட்டார்கள். விவசாயத்தை முக்கிய கைத்தொழிலாகக் கொண்ட நம் நாட்டிலும் விஞ்ஞான அறிவைப் பயன்படுத்தி திருத்திய முறையில், விவசாயத்தைச் செய்தால் அன்றி, நாட்டின் வறுமைப் பிணியை அகற்றமுடியாது.

தாவரங்கள் எவ்வாறு உற்பத்தி ஆகின்றன? அவை எப்படி ஆகாரத்தை தேடிக்கொள்ளுகின்றன? அவை மடிந்தவுடன் புதிய தாவரங்கள்' எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன? என்பவைபோன்ற விஷயங்களை ஆராய்ந்து அனேக முடிவுகளை விஞ்ஞானிகள் கண்டிருக்கிருர்கள். தாவரங்கள் வளருவதற்கு முக்கியமாக வேண்டியது நிலம். நிலத்திலுள்ள ஊட்டங்களுக்குத் தகுந்தவாறு தாவரங்களின் செழிப்பு அமைகிறது.

அடுத்தபடியாக அவற்றை போஷிப்பது நீரும், சூரிய வெப்பமும் ஆகும். தாவரங்களின் அமைப்பில் பெரும் பகுதி தண்ணீரும், நைட்ரஜனும் (Nitrogen) ஆகும்.

மற்றும் கரி (Carbon), கந்தகம் (Sulphur), பொடாஸியம் (Potassium), கால்சியம் (Calcium), இரும்பு (Iron), பாஸ்பரஸ் (Phosphorus) போன்ற தாதுக்களும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வகையில் தாவரங்களுக்குப் பயன்படுகின்றது.

உதாரணமாக இலைகளின் செழிப்புக்கு நைட்ரஜன் உதவுகிறது. தாவரங்களிலுள்ள மாப் பொருளை பொடாஸியம் என்னும் தாது விருத்தி செய்கிறது. பாஸ்பரஸ் என்னும் தாது வேர்களின் வளர்ச்சியை விருத்தி செய்கிறது. இவ்வாறாக ஒவ்வொன்றும் தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் ஈடுபட்டு வருவதை சோதனை வாயிலாக விஞ்ஞானிகள் அறிந்தார்கள். முக்கியமாக நைட்ரஜன் என்னும் தாதுவே தாவரங்களுக்கு வேண்டியிருப்பதால் அதைப் பற்றி அனேக விவரங்களைச் சேகரித்திருக்கிறார்கள்.

நைட்ரஜன் தாதுவை பெரும்பாலும் நிலத்திலிருந்துதான் தாவரங்கள் அடைகின்றன. ஓரளவுக்குக் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை நேராகவே உட்கொள்ளுகின்றன. உதாரணமாக நிலக்கடலைச் செடிகளின் வேர்களில் சில முடிச்சுகளைக் காணலாம். அவைகளில் சில நுண்ணிய கிருமிகள் இருக்கின்றன. அக்கிருமிகள் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை பந்தனஞ் செய்து எளிதில் கரையத் தக்க உரத்தைத்தயார் செய்கின்றன. கரியையும் காற்றிலிருந்து நேராகவே தாவரங்கள் கிரகிக்கின்றன.

தாவரங்களின் பசுமைக்குக் காரணம் அவற்றிலுள்ள பச்சையம் (Chlorophyll) என்னும் பொருள். இப்பொருள் சூரிய கிரணங்களின் உதவியினால் காற்றிலுள்ள கரிய மலவாயுவை உட்கொண்டு, பிராணவாயுவை வெளியிடுகிறது. எனவே நாம் சுவாசித்து வெளிவிடும் காற்றை சுத்தப்படுத்துவதற்குத் தாவரங்கள் இன்றியமையாததாக இருக்கின்றன. நம் வீடுகளைச் சுற்றி மரம் செடிகளை வைத்து வளர்க்க வேண்டியதன் அவசியத்தை இப்பொழுது நன்கு உணரலாம்.

பிராணிகள், செடி கொடிகளின் வளர்ச்சிக்கு நைட்ரஜன் முக்கியமான பொருள் என்று முன்பு கூறினோம்.

தாவரங்கள் இதை நிலத்திலிருந்து பெறும் விதத்தைப் பார்ப்போம். நிலத்துக்கு நைட்ரஜன் தாதுவை அளிப்பது பிராணிகளும் தாவரங்களுமே ஆகும். இந்நிகழ்ச்சி சக்கரம்போல் சுழன்று சுழன்று வருகிறது. நிலத்தில் தாவரங்கள் தோன்றுகின்றன. பிராணிகளும் மற்ற ஜீவராசிகளும் இத்தாவர உணவுகளைப் புசிக்கின்றன. பின்னர் பிராணிகளும் தாவரங்களும் மடிகின்றன. மடிந்தவுடன் மண்ணுடன் கலக்கின்றன. நிலத்திலிருந்து தாவரங்களால் முன் எடுக்கப்பட்ட நைட்ரஜன் மீண்டும் மண்ணில் கலக்கின்றது. தாவரங்கள் திரும்பவும் உயிர்பெறுகின்றன.

இவ்வாறாக நைட்ரஜன், நிலத்திலிருந்து தாவரங்களுக்கும், தாவரங்களிலிருந்து நிலத்துக்கும், போய்க்கொண்டிருக்கிறது. வேறொரு வழியிலும் நிலம் நைட்ரஜன் தாதுவைப் பெறுகிறது. நம் உலகைச் சூழ்ந்து நிற்கும் காற்று மண்டலத்தில் பெரும் பகுதி நைட்ரஜன் தாது; சிறிதளவு ஆக்ஸிஜன் அல்லது பிராணவாயு. மக்கிய பொருள்கள், அழுகிய தாவரங்கள், பிராணிகளின் மல மூத்திரங்கள் இவற்றிலிருந்து கிளம்பும் அமோனியா எனப்படும் நவச்சார ஆவியும் காற்றில் கலந்திருக்கிறது.

மின்னல் ஏற்படும் போது காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவும் நைட்ரஜனும் சேருகின்றன. சேர்க்கையினால் நைட்ரிக் காடி (Nitric acid) உண்டாகிறது. இதுவும் அமோனியாவும் மழை நீரில் கரைந்து நைட்ரேட் உப்பாக மண்ணுடன் கலக்கின்றன. இதனால் நிலத்துக்கு நைட்ரஜன் தாது கிடைக்கிறது. தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய மற்ற தாதுப் பொருள்களை நிலம் எவ்வாறு அடைகிறது என்பதற்கு விஞ்ஞானிகள் கூறும் சமாதானத்தை இப்பொழுது கவனிப்போம். காலப்போக்கில் சூரிய வெப்பத்தாலும், மழையாலும், புயலினாலும் பெரிய மலைப்பாறைகள் வெடித்து உடைகின்றன. இவ்வாறு வெடித்து வெளிப்பட்ட பாறைகளை மழை நீர் ஆறுகளில் அடித்துச் செல்லும்போது, ஆற்றின் வேகத்தினால் பாறைகள் உருண்டும் புரண்டும் இழுத்துச் செல்லப்பட்டு

தவிடு பொடியாகின்றன. இப்பாறைத் துணுக்குகள் தான் கந்தகம், பொடாஸியம், இரும்பு, பாஸ்பரஸ் முதலிய தாதுப்பொருள்களை நிலத்துக்கு அளிக்கின்றன.

தாவரங்கள் செழிப்பாக வளருவதற்கு அவற்றுக்குத் தகுந்ததாறு நிலத்தில் உரங்களைப் போட வேண்டும். கொட்டில் எருக்களை (Farm-yard manure) வயல்களுக்குப் போடும் வழக்கம் எல்லா நாடுகளிலும் உண்டு. ஆடு, மாடு, குதிரை இவைகளின் மலமும் மூத்திரமும் வீரியமுள்ள நைட்ரஜன் நிறைந்த எருக்கள். நைட்ரஜன் சத்துக் குறைந்த நிலங்களுக்கு இவற்றைப் போட்டு பூமியின் சாரத்தை விருத்தி செய்வார்கள். தற்காலம் விஞ்ஞான முறையில் தயாரித்த எருக்களை Artificial manures உபயோகித்து வருகின்றார்கள்.

முதலில் சிலி (Chile), பெரு (Peru) என்னும் நாடுகளில் ஏராளமாகக் கிடைக்கும் வெடியுப்புகளைக் கொண்டு எருக்களைத் தயார் செய்து வந்தார்கள். இவற்றைப் போடுவதில் உண்டாகும் சில குறைபாடுகளைக் கண்டு தற்காலம் இதற்கு பதிலாக அமோனியம் ஸல்பேட் (Ammonium sulphate) என்னும் உப்பை உபயோகித்து வருகிறார்கள். இவ்வுப்பை உலகில் பலபாகங்களில் ஏராளமாகத் தயாரிக்கிறார்கள். இங்கிலாந்தில் மட்டும் நாலு லக்ஷம் டன் உப்பு ஒவ்வொரு வருஷமும் தயாராகிறது. தாவரங்களின் தராதரத்திற்குத் தகுந்தவாறு பலதினுசு எருக்களைத் தயார் செய்கிறார்கள்.

ஸுபர்பாஸ்பேட் (Superphosphate) என்று ஒருவகை எருவுண்டு. இதில் முக்கியமானது கால்ஸியம் பாஸ்பேட் (Calcium phosphate) என்னும் பொருள். இது பிராணிகளின் எலும்புகளில் அதிகமாக இருக்கிறது. எலும்புகளை நொறுக்கிப் பொடி செய்துகொண்டு அப்பொடியை நிலத்தில் தூவி வந்தார்கள். கால்ஸியம் பாஸ்பேட் என்னும் பொருள் சுலபமாக நீரில் கரைவதில்லையாகையால், பயிர்கள் இதை நேராக கிரகித்துக்கொள்ள முடிவதில்லை. இதற்காக இப்பொடியை கந்தகக் காடியில் (Sulphuric Acid) கரைத்துக்கொண்டு அதையே தற்காலம்

உபயோகித்து வருகிறார்கள். இவ்விரண்டும் சேர்ந்த கலவைக்குத்தான் (Superphosphate) என்று பெயர்.

எருக்களைப் போடுமுன் நிலத்தைப்பற்றிய சோதனையைச் செய்யவேண்டும். அதைச் செய்து நிலத்தை உவர் நிலம் பாறை நிலம், வண்டல் நிலம் இம்மாதிரிப் பல ரகங்களாகப் பிரித்துக்கொள்ளுகிறார்கள். ஒவ்வொருவகை நிலத்துக்கும் எத்தகைய எருவைப் போடவேண்டுமென்று பரிசீலனை நடத்துகிறார்கள். பின்னர் தாவரங்களின் தன்மைக்குத் தக்கவாறு போடவேண்டிய உரங்களைப்பற்றிய சோதனையை நடத்துகிறார்கள்.

உதாரணமாக கரும்புக்கு ஒருவகை எருவும், கோதுமைக்கு மற்றொருவகை எருவும் போடவேண்டும். ஆகையினால் எருவின் தன்மை நிலத்துக்கு நிலம் மாறுவதுடன் பயிருக்குப் பயிரும் மாறும் என்பதை அறியலாம்.

இவ்வாறு செய்த சோதனைகளினால் அறியப்பட்ட விஷயங்களை நம் நாட்டில் எவ்வாறு பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்று இப்பொழுது பார்ப்போம். நம் நாட்டில் சுமார் ஏழு லக்ஷம் கிராமங்களுக்கு மேல் இருக்கின்றன. கிராமங்களிலுள்ள பெரும்பான்மையான மக்களுக்கு ஜீவனம் விவசாயம்தான். விவசாயத்துக்கு உபயோகப்படும் நிலம் எண்ணற்ற சிறிய பகுதிகளாக பிரிக்கப்பட்டு சாகுபடி நடைபெற்று வருகிறது. நிலம் அதிகம் வைத்துக்கொண்டு சாகுபடி செய்பவர்களின் தொகை மிகக் குறைவானது. இது விஞ்ஞானிய முறையில் விவசாயத்தைச் செய்வதற்கு இடையூறாக இருக்கிறது என்று சிலரின் அபிப்ராயம்.

ரஷ்யாவில் உள்ளதுபோல் கவர்மெண்டாரே எல்லா நிலத்தையும் சாகுபடி செய்தாலன்றி விஞ்ஞானிய முறை பூரண பலனை அளிக்காது என்று இவர்கள் கருதுகிறார்கள். இப்பொழுது இருக்கும் நிலைமையிலும் விஞ்ஞானிய முறைகளைக் கையாண்டு விளைவைப் பன்மடங்கு பெருக்கிக்கொள்ள இடமிருக்கிறது. இதை நோக்கமாகக் கொண்டு மத்திய அரசாங்கத்தார் விவசாய

சோதனை இலாகா (Imperial Council of Agricultural research) என்று ஒரு ஸ்தாபனத்தை ஏற்படுத்தி விவசாயிகளுக்கு வேண்டிய அநேக உதவிகளைச் செய்து வருகிறார்கள்.

இதைத் தவிர ஒவ்வொரு மாகாண கவர்மெண்டாரும் குடிகளினிடையே விவசாய அறிவை விருத்தி செய்வதற்கு ஒரு ஸ்தாபனத்தை (Agricultural department) வைத்து நடத்தி வருகிறார்கள். நாட்டிற்குப் பொதுவாயுள்ள ஆராய்ச்சிகளும் அவற்றுக்கு வேண்டிய புள்ளி விவரங்களைத் தயாரிப்பதும் விவசாய சோதனை இலாகா ஆதரவின்கீழ் நடைபெற்று வருகின்றன. ஆராய்ச்சிகளினால் கிடைத்த அறிவைப் பிரசாரம் செய்யும் பொறுப்பை மாகாண கவர்மெண்டார் ஏற்று நடத்தி வருகிறார்கள்.

சோதனைகள் நடத்துவதற்கு இந்தியாவில் பல இடங்களில் விவசாயப் பண்ணைகள் (Agricultural farms) ஏற்படுத்தி இருக்கிறார்கள். இவ்வேலைகளில் ஈடுபடுவதற்கு வேண்டிய மாணவர்களுக்கெல்லாம் ஆங்காங்கே விவசாய கல்லூரிகளை வைத்துப் பயிற்சி அளித்து வருகிறார்கள். நம்முடைய மாகாணத்தில் கோயம்புத்தூரில் ஒரு கல்லூரி இருக்கிறது. சமீபத்தில் ஆந்திர நாட்டில் பாபட்லா என்னும் ஊரில் மற்றொரு கல்லூரியை ஏற்படுத்தி இருக்கிறார்கள். சோதனை இலாகாவின் ஆதரவில் நடைபெற்று வரும் ஆராய்ச்சிகள் பல. அவற்றில் முக்கியமானவை, எருவைப் பற்றிய சோதனை ஒன்று. ஒவ்வொரு வகை எருவின் குணத்தையும் ஆராய்ந்து வருவதுடன், பலவேறு நிலங்களுக்குத் தகுந்தபடி போடவேண்டிய எருவைப்பற்றிய சோதனையும் நடக்கிறது. இத்துடன் பயிர்களுக்குண்டான வியாதிகளை ஆராய்ந்து, அவற்றைத் தடுப்பதற்கு வேண்டிய வழிகளையும் கண்டுபிடித்து வருகிறார்கள். விதைகளை நல்ல முறையில் தயாரிப்பதற்கு சோதனைகள் நடந்து வருகின்றன. கரும்பைப் பற்றிய சோதனைகள் பலவற்றைச் செய்து கரும்புப் பயிரின்

பலனை நாடெங்கும் பலமடங்கு உயர்த்திக் காட்டிய பெருமை ஸர். டி. எஸ். வெங்கடராமன் அவர்களைச் சேர்ந்தது.

பருத்தி, புகையிலை, பழங்கள், கறி காய்கள், நவதான்யங்கள் ஒவ்வொன்றையும் பற்றிச் சோதனைகள் நடைபெற்று வருகின்றன. இதுவரை கண்டறிந்த விஷயங்களை, சென்ற வருஷத்தில் மத்திய கவர்ன்மெண்டார் புத்தகமாக வெளியிட்டிருக்கிறார்கள். இவற்றைக் காட்டிலும் முக்கியமான வேலை இவ்வறிவை மக்களிடையே பரப்புவதுதான். குடிகள் எல்லோரும் இவ்விஷயங்களை நன்குணர்ந்து பயன்படுத்தினாலன்றி நாட்டின் உணவுப் பஞ்சம் நீங்காது.

14. யுரேனியம்

பிரபஞ்சத்தில் நாம் காணும் பொருள்களின் வகைகளுக்குக் கணக்கே இல்லை. எவ்வாறு இவ்வளவு வகைப் பொருள்கள் ஏற்பட்டன என்று ஆராயப் புகுந்தார்கள் விஞ்ஞானிகள். இதற்காகப் பல சோதனைகள் செய்தார்கள். இவற்றின் பயனாக எல்லாவிதப் பொருள்களையும் தொண்ணூற்றிரண்டு தனிப் பொருள்களிலிருந்து பெற்றுவிடலாம் என்று அறிந்தார்கள். அரிச்சுவடியில் உள்ள எழுத்துக்களைக் கொண்டு எவ்வாறு வார்த்தைகளையும் வாக்கியங்களையும் கோடிக்கணக்கான வகைகளில் செய்கின்றோமோ, அதைப்போல இந்தத் தனிப் பொருள்களைப் பலவாறாகக் கலந்து நாம் காணும் எல்லாவகைப் பொருள்களையும் பெற்றுவிடலாம் என்று அறிந்தார்கள். இந்தத் தனிப் பொருள்களை தாதுக்கள் (elements) என்று கூறுவர். நாம் அன்றாட வாழ்க்கையில் உபயோகிக்கும் இரும்பு, அலுமினியம், செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் முதலிய உலோகங்கள் எல்லாம் இந்தத் தாதுப் பொருள்கள் தாம். இவை கட்டிப் பொருள்கள்; அதாவது திட நிலையில் இருப்பவை. சில தாதுப் பொருள்கள் திரவ நிலையிலும் இருப்பது உண்டு. உதாரணமாக

ரசத்தைக் கூறலாம். ஆவி நிலையிலும் சில தாதுப் பொருள்கள் இருக்கின்றன. உதாரணமாக, பிராண வாயுவையும் நீரக வாயுவையும் (Hydrogen) கூறலாம். இந்தத் தாதுப் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றையும் பற்றி அநேக விவரங்களைச் சேகரித்திருக்கிறார்கள். ரசாயனம் எனப்படும் விஞ்ஞானப் பகுதி முழுவதும் இந்தத் தாதுக்களின் சரித்திரமேயாகும்.

இந்தத் தாதுப் பொருள்களில் ஒன்று யுரேனியம். இப்பொருளுக்கு இப்பெயர் வந்ததற்கு ஒரு காரணம் கூறப்படுகிறது. இதைக் கண்டுபிடித்த சமயத்தில்தான் 'யுரேனஸ்' என்னும் கிரகம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இந்தக் கிரகம் கண்டுபிடித்ததைப் பாராட்டும் பொருட்டு இந்தத் தாதுப் பொருளுக்கும் 'யுரேனியம்' என்று பெயர் வைத்தனர் என்று கூறுவர். இரும்பு, தங்கம், வெள்ளி இவற்றைப்போல இதுவும் ஓர் உலோகம். நல்ல ஒளி வாய்ந்தது; கடினமானது. தங்கத்தைவிடச் சற்று கனம் குறைவானது. தங்கம் நீரைக்காட்டிலும் பத்தொன்பதேகால் மடங்கு கனம் உள்ளது; யுரேனியம் நீரைக் காட்டிலும் பதினெட்டரை மடங்கு கனம் கொண்டது. இவ்வுலோகத்தைப் பல வழிகளில் உபயோகித்து வருகிறார்கள். இவ்வுலோகம் தற்காலம் மின்சார விளக்குகளில் கம்பி இழைகளாக உபயோகப்படுகிறது. எஃகு, தேனிரும்பு போன்ற இரும்பு வகைகளைத் தயாரிப்பதற்கு இவ்வுலோகத்தையும் சேர்த்துக் கொள்ளுவது வழக்கம். கண்ணாடிக்கு நிறம் கொடுப்பதற்கும் இது உபயோகப்படுகிறது. சில யுரேனிய உப்புக்களை நிலத்துக்கு உரமாக உபயோகிக்கிறார்கள். மற்ற உலோகங்களினிடம் இல்லாத ஓர் அபூர்வ சக்தியை இதனிடம் கண்டு விஞ்ஞானிகள் திகைத்துப் போனார்கள். இதை முதலில் கண்டவர் ஹென்றி பெக்குவரல் என்ற பிரெஞ்சு அறிஞர்.

எக்ஸ் கிரணங்கள் (X-rays) கண்டு பிடித்த புதிதில் அவற்றைப் போல வீரியம் வாய்ந்த வேறு கிரணங்கள் இருக்கின்றனவா என்று அறியப் பல சோதனைகள்

செய்து பார்த்தார்கள். அவ்வாறு செய்தவர்களில் ஒருவர் ஹென்றி பெக்குவரல். எல்லாக் கிரணங்களையும் நாம் கண்ணால் காண முடியாது. சிவப்பு முதல் ஊதா வரையில் உள்ள கிரணங்களைத்தான் கண்ணால் பார்க்க முடியும். எக்ஸ் கிரணங்களைப் போன்ற கிரணங்களை அறிய வேறு வழிகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். உதாரணமாகப் போட்டோத் தட்டைக் கொண்டு அவற்றை அறியலாம். இவர் யுரேனியத்தில் சிறிதளவை எடுத்துச் சிறிது நேரம் வெயிலில் வைத்துவிட்டு ஒரு கறுப்புக் காகிதத்தில் மடித்து ஒரு போட்டோத் தட்டின் மீது வைத்துப் பரிசோதித்தார். போட்டோத் தட்டு பாதிக்கப்படுவதைக் கண்டார். இது ஒருகால் வெயிலின் குணமாக இருக்கலாம் என்று நினைத்து யுரேனியத்தை வெயிலில் காட்டாமல் போட்டோத் தட்டின்மீது மீண்டும் வைத்துப் பார்த்தார். அப்பொழுதும் தட்டானது பாதிக்கப்படுவதைக் கண்டார். கறுப்புக் காகிதத்திற்குப் பதிலாக உலோகத் தகடுகளை இடவே, போட்டோத் தட்டு அப்பொழுதும் பாதிக்கப்படுவதைக் கண்டார். இதிலிருந்து யுரேனியத்திலிருந்து எக்ஸ் கிரணங்களைப் போல ஊடுருவிச் செல்லக்கூடிய சில கிரணங்கள் வெளிப்படவேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வந்தார். இந்தக் கிரணங்களின் தன்மையைப் பற்றிய விவரங்களை இவருக்கு பின் வந்த ருதர்போர்டு என்ற விஞ்ஞானியே கண்டறிந்தார்.

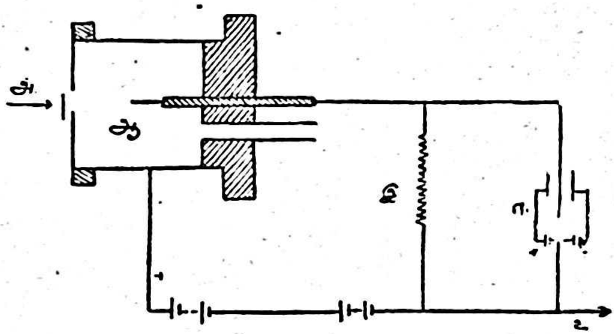
பெக்குரல் கைப்பற்றிய வழியைத் தவிர வேறு வழிகளிலும் இக்கிரணங்களை அறியலாம் என்று கண்டார்கள். இவற்றில் முக்கியமானது அயனப்படுத்தும் முறை (Ionisation method) என்பது. அதைச் சற்று விவரிப்போம். ஒவ்வொரு பொருளிலும் கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் இருப்பது அறியப்பட்டது. அணு என்பது ஒரு தனிப் பொருளிலிருந்து பிரிக்க முடியாத நிலையில் கிடைக்கும் ஒரு சிறு துகள் என்று கொள்ளலாம். அணுக்களை விடச் சிறிய துகள்கள் இல்லை என்றே நெடு நாள்வரையில் நினைத்து வந்தார்கள். ஆனால் சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் குறைந்த இறுக்கம் (Pressure)

உடைய வாயுக்களின் மூலமாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தி ஜே. ஜே. தாம்ஸன் என்பவர் அணுக்களைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு சிறிய துகள்களைக் கண்டுபிடித்தார். இந்தத் துகள்களுக்கு மின்னுருக்கள் (Electrons) என்று பெயரிட்டார்.

ஏனெனில், அணுக்களின்மீது ஒருவகை மின்சாரமும் இல்லாமலிருக்கும்போது, இந்தத் துகள்களின்மீது குறை மின்சாரம் (Negative charge) நிற்பதைக் கண்டார். எனவே இவற்றிற்கு மின்னுருக்கள் என்று பெயரிட்டார். பல சோதனைகளினால் அணுக்களுக்குள் இந்த மின்னுருக்கள் இருப்பது அறியப்பட்டது. அணுக்களின்மீது ஒருவகை மின்சாரமும் இல்லாததனால், குறைமின் சுமையை ஏற்றுள்ள இந்தத் துகள்களை எதிர்த்து நிற்க மிகைச் சுமை கொண்ட துகள்களும் இருக்கவேண்டும் என்று அறிந்தார்கள். எனவே, அணுக்களில் உள்ள மின்னுருக்களை வெளிப்படுத்திவிட்டால், மின் சமநிலை மாறி அணுக்கள் மிகை மின் சுமை கொண்ட துகள்களாகவும், குறை மின்சுமை கொண்ட மின்னுருக்களாகவும் பிரிந்துவிடும் என்று அறியலாம்.

இத்தகைய நிலையில் ஒரு வாயுவின் அணுக்கள் இருந்தால் அவ்வாயு அயனப்பட்டிருப்பதாகக் கூறப்படும். எக்ஸ் கிரணங்கள் போன்றவை வாயுக்களின் மூலமாகச் செல்லும்போது வாயு அணுக்கள் இவ்வாறு அயனப்படுகின்றன. யுரேனியத்திலிருந்து கிளம்பும் கிரணங்களும் வாயுக்களை அயனப்படுத்துவது தெரியவந்தது. இந்தத் திறமையை மதிப்பிட்டுக் கிரணங்களை அறிவதற்கு அநேக சாதனங்களை இயற்றியிருக்கிறார்கள். அவற்றில் ஒன்றிரண்டை இப்பொழுது பார்ப்போம்.

படத்தைப் பின் பக்கம் பார்க்க. (படம் 1.) கேகர் கௌண்டர் (Geiger Counter) என்று இதற்குப் பெயர். இது ஓர் உலோகத்தினால் செய்யப்பட்ட அறை. அறையின் முன் பக்கத்தில் மைக்காத் தகடு ஒன்று பொருத்தி வைத்து

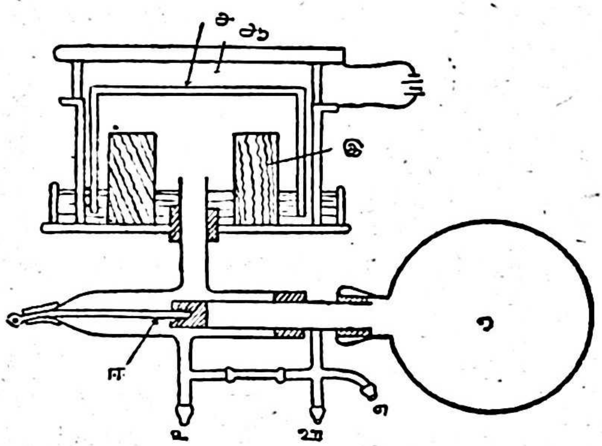


இது ஓர் உலோகத்தினுல் செய்யப்பட்ட அறை
(Geiger Counter)

(அ) கிரணங்கள்; (ஆ) மைக்காத் தகடு; (இ) உலோகக் கம்பி; (ஈ) மின்சாரத் தொடர்; (உ) பூமி.

இருப்பதைக் கவனிக்க. இதன் வழியாகத்தான் அறையினுள் கிரணங்கள் நுழையும். அறையின் நடுவே நீட்டிக் கொண்டிருப்பது ஓர் உலோகக் கம்பி. அறையின் சுவர்களையும் இந்தக் கம்பிகளையும் இரு துருவங்களாகக் கொண்டு ஒரு மின்சாரத் தொடர் இணைக்கப்படும். இத்தொடரில் ஓடும் மின்சாரத்தை அளப்பதற்கு ஒரு கருவியையும் சேர்த்துக்கொள்வார்கள். யுரேனியத்திலிருந்து கிளம்பும் கிரணங்கள் மைக்காத் தகடு மூலமாக இவ்வறையினுள் செல்லும்போது, இதனுள் அடைக்கப்பட்டிருக்கும் காற்று அணுக்களை அயனப்படுத்திவிடுகின்றன. காற்றை வேண்டிய இறுக்கத்துக்கு இதனுள் காணப்படும் குழாயின் மூலமாக அடைத்து வைப்பார்கள். காற்று அணுக்கள் அயனப்பட்டபின் துருவங்களினிடையே மின்சாரம் சிறிது நேரம் ஓடுகிறது. சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் கருவியைக் கொண்டு இதை அளந்து கிரணங்களின் வலிமையை அறிவார்கள்.

இதைப்போல உபயோகப்படும் மற்றொரு கருவியை இப்பொழுது கவனிப்போம். (படம் 2.) இதற்கு "மங்குல் அறைக் கருவி" (Cloud Chamber) என்று பெயர். இது



மங்குல் அறைக் கருவி
(Wilson's Cloud Chamber)

(அ) நகரும் முசலகம்; (ஆ) விரியும் அறை; (இ) போல் துழாய்; (ஈ) முக்கிய வால்வு; (உ) திறந்த வெளிக்கு; (ஊ) துழாய்க்கு; (எ) மானேமிடருக்கு; (ஏ) காற்று இல்லாத அறை.

வில்ஸன் என்ற அறிஞரால் இயற்றப்பட்டதால், இதை வில்ஸன் கருவி என்றும் கூறுவது உண்டு. இதன் தத்துவம் மிக எளிதாகும். நீராவி கலந்துள்ள காற்றை ஒரு பாத்திரத்தில் இறுக்கி அடைத்து வைத்து, அந்தக் காற்றைத் திடீரென்று விரியச் செய்தால், காற்றுக் குளிர்ந்து நீர்த்துளிகள் தோன்றுவதைக் காணலாம். காற்றிலுள்ள சிறு தூசிகளின்மீது நீர் படிந்துதான் இந்த நீர்த்துளிகள் ஏற்படுகின்றன. தூசிகளே இல்லாத காற்றில் நீர்த்துளிகள் உண்டாவதில்லை. ஆனால் காற்றை அயனபடுத்திவிட்டால், காற்றணுக்கள் சிதறுண்டு அந்தத் துகள்களின்மீது நீர்த்துளிகள் படிவதை வில்ஸன் கண்டார். இதைப் படமெடுத்துக் காட்ட இந்தக் கருவியை அமைத்துக் கொண்டார்.

யுரேனியத்திலிருந்து கிளம்பும் கிரணங்களைப் பல வாறாகச் சோதித்து அவை மூன்று வகையாக இருப்பதைக் கண்டார்கள். அவைகளுக்கு முறையே ஆல்பாக்கிரணங்கள் என்றும், பீடாக் கிரணங்கள் என்றும், காமாக் கிரணங்கள் என்றும் பெயரிட்டார்கள். இவற்றில் ஆல்பாக் கிரணங்கள் மிகுந்த ஆற்றலையும் பீடாக் கிரணங்கள் மிகுந்த வேகத்தையும், காமாக் கிரணங்கள் மிகுந்த ஊடுருவும் சக்தியையும் பெற்றிருப்பதை அறிந்தனர். ஆல்பாக் கிரணங்கள் மிகைச் சுமை ஏறிய துகள்களாக இருப்பதையும், பீடாக் கிரணங்கள் குறைச்சுமை ஏறிய துகள்களாக இருப்பதையும், ரூதர் போர்டு கண்டறிந்து காட்டினார். ஆனால் காமாக் கிரணங்களுக்கு ஒருவகை மின்சுமையும் இல்லை. நிற்க, ஆல்பாக் கிரணங்களைக் காட்டிலும் பீடாக் கிரணங்களுக்கு ஊடுருவம் சக்தி அதிகமாக இருப்பது தெரிய வந்தது. ஆனால் ஆல்பாக் கிரணங்களின் அயனப்படுத்தும் திறமை பீடாக் கிரணங்களைச் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பது காணப்பட்டது. இந்தக் கிரணங்களுக்கெல்லாம் கதிரியக்கக் கிரணங்கள் (Radio-active rays) என்றும், இந்த நிகழ்ச்சிக்குக் கதிரியக்கம் (Radio activity) என்றும் பெயரிட்டனர். யுரேனியத்தைப் போலத் தோரியம் (Thorium) என்னும் தாதுவும் இந்தக் கிரணங்களை வெளியிடுவதைக் கண்டார்கள். யுரேனியத்துடன் அகப்படும் ஒருவகைக் கனிப் பொருளில் யுரேனியத்தை விடப் பல்லாயிரம் மடங்கு கதிரியக்கம் வாய்ந்த ரேடியம் (Radium) என்னும் தாதுப்பொருள் இருப்பதைக் கண்டு அதை வெகு சிரமப்பட்டுப் பிரித்து எடுத்தார், ஸ்ரீமதி க்யூரி என்னும் அம்மையார். இவ்வாறு சோதனைகள் செய்து, சுமார் முப்பதுவகைக் கதிரியக்கப் பொருள்கள் இருப்பதைக் கண்டார்கள். எல்லாவகைக் கதிரியக்கப் பொருள்களுக்கும் யுரேனியம், தோரியம் என்ற இரு வகைப் பொருள்களே மூல காரணமாக இருப்பதையும் அறிந்தார்கள்.

அணுவைப் பற்றிக் கூறும்போது, அதில் குறைச் சுமைகொண்ட துகள்களும் அதை எதிர்த்துநிற்க மிகைச்

சுமைகொண்ட துகள்களும், இருப்பதாகக் கூறினேம். மிகைச் சுமைகொண்ட பாகத்தைத்தான் அணுவின் கரு (Atomic nucleus) என்று கூறுவார்கள். இக்கருவின் அமைப்பைப்பற்றிய நமது அறிவெல்லாம் பெரிதும் கதிரியக்கத்தின் மூலமாகவே கிடைத்தது. யுரேனியம் போன்ற தாதுப் பொருளின் அணுக்கள் தாமாகவே சிதைந்து அணுக் கருக்களான ஆல்பா துகள்களும் பீடா துகள்களும் வெளிப்படுகின்றன என்று அறிந்தார்கள். அணுக்கள் இவ்வாறு சிதையும்போது வெளிப்படும் அபரிமிதமான ஆற்றலினுலேயே ஆல்பாத் துகள்களும் பீடாத் துகள்களும் சுற்றியுள்ள பொருள்களைச் சூடுபடுத்தவும், பிரகாசிக்கவைக்கவும் முடிகிறது என்று கூறுகிருர்கள்.

எனவே, அணுக்களில் அபரிமிதமான ஆற்றல் அடங்கி இருப்பது தெரியவந்தது. அதுகொண்டு மற்றப் பொருள்களின் அணுக்களையும் சிதைத்து அவற்றில் அடங்கி நிற்கும் ஆற்றலை வெளிப்படுத்த விஞ்ஞானிகள் சோதனைகள் செய்யலானுர்கள். ஆல்பாத் துகள்களைக் கொண்டு லேசான அணுக்களின் கருக்களை உடைத்துச் சிதைக்க முடியும் என்று கண்டார்கள், இவ்வேலைக்கு ஒரு புதிய துகளையும் கண்டுபிடித்தார்கள். இதற்கு அலியுரு (Neutron) என்று பெயர். இந்தத் துகளின்மீது யாதொரு மின்சுமையும் இல்லாததனுல்தான் இதற்கு அலியுரு என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இதைக் கொண்டு 1939-ஆம் ஆண்டில் ஐரீன் குயீரி என்பவர் யுரேனியத் தாதுவின் அணுக்கருக்களை நன்ருகச் சிதைத்து அவற்றிலிருந்து ஏராளமான ஆற்றலை வெளிப்படுத்திஞர்.

யுரேனியத்தின் உள்ள அணுக்கள் பலவகைக் கனம் கொண்டவை. அவற்றில் சில லேசாகவும் சில கனமாகவும் இருப்பதைக் கண்டார்கள். லேசாக உள்ள அணுக்கள் மிகுந்த யுரேனியமே நெடுநேரம் ஆற்றலை வெளியிடுவதைக் கண்டு, அவ்வகை யுரேனியத்தைக் கண்டுபிடிக்கலானுர்கள். அணு வெடிகுண்டைக் கண்டுபிடித்ததிலிருந்து, அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளே இதில் வெற்றி அடைந்

திருக்க வேண்டும் என்று தெரிகிறது. வெளிப்படும் ஆற்றலைக் கொண்டு நாசவேலை செய்வதைவிட அதைக் கட்டுப்படுத்தி மின்சார சக்தியாகவும், நீராவிச் சக்தியாகவும் மாற்றி உலக மக்களுக்கு நன்மையளிக்கும் தொழில்களைச் செய்யும் காலம் ஏற்படவேண்டும் என்று எல்லா விஞ்ஞானிகளும் விரும்புகிறார்கள். மற்றும் இந்தச் செயற்கை அணுச் சிதைவினால் ஒரு தாதுவை நாம் விரும்பிய மற்றொரு தாதுவாக மாற்றுவதும் வெகு விரைவிலே கைகூடி வரலாம் என்று தோன்றுகிறது. ஆகையினால் இழிந்த உலோகங்களை மாற்றுயர்ந்த பொன்னாக்க முயன்ற பண்டைக் காலத்து ரசவாதிகளின் கனவு உண்மையாகும் காலம் நெருங்கிவிட்டது போலும்!

கடைசியாக, யுரேனியத்தைக் கொண்டு பூமியின் வயதை எவ்வாறு நிர்ணயித்தார்கள் என்று கூறுவோம். யுரேனியத் தாதுவின் அணுக்கள் தாமாகவே சிதையும் போது, யுரேனியம் படிப்படியாக வெவ்வேறு பொருள்களாக மாறிக்கொண்டே வந்து கடைசியில் ஈயமாக மாறுவதைக் கண்டார்கள். இந்த மாறுதல் முடிவதற்குக் கோடிக்கணக்கான வருஷங்கள் பிடிக்கும் என்று அறிந்தார்கள். சில ஆராய்ச்சிகளினால் யுரேனியத்தில் நூற்றில் ஒரு பாகம் ஈயமாக மாற ஆறரைக் கோடி வருஷங்கள் பிடிக்கும் என்று அறிந்தார்கள். பூமியில் அநேக இடங்களில் யுரேனியம் கலந்த கனிப் பொருள்கள் அகப்படுகின்றன. இந்தக் கனிப் பொருள்களுடன் ஈயமும் காணப்படுகிறது. ஆனால் இந்த ஈயம் சாதாரண ஈயத்தைக் காட்டிலும் செறிவு (Density) குறைந்திருப்பதோடு, யுரேனிய அணுக்களின் சிதைவினால் உண்டாகும் ஈயம் எவ்வளவு செறிவுடன் இருக்கவேண்டுமோ அதே அளவுக்குச் செறிவு கொண்டிருப்பதைக் கண்டார்கள். இதிலிருந்து யுரேனியம் கலந்த கனிப்பொருள்களுடன் கிடைக்கும் ஈயம் முதலில் யுரேனியமாக இருந்து பின்புதான் ஈயமாக மாறியிருக்கவேண்டும் என்பது நன்கு புலனாகும். ஆகையினால் யுரேனியம் கலந்த கனிப்பொருளைச் சோதித்து அதில் இருக்கும் ஈயத்தையும் யுரேனியத்தை

யும் அளந்து முதலில் ஈயமே இல்லாதபோது யுரேனியம் எவ்வளவு இருந்திருக்கவேண்டும் என்றும், அதில் எவ்வளவு பாகம் காலப் போக்கில் ஈயமாக மாறியிருக்க வேண்டும் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். பூமியின் பல பாகங்களில் கிடைத்த யுரேனியப் பொருள்களை இவ்வாறு சோதித்துக் கணக்கிட்டுப் பார்த்துப் பூமியின் வயது சுமார் நூற்றைம்பது கோடி வருஷம் என்று அறிந்தார்கள்.

15. உலோகங்கள்

" இரும்பைக் காய்ச்சி உருக்குவீரே ! யந்திரங்கள் வகுத்திடுவீரே !" என்று கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் ஒரு புறம் நமக்குக் கட்டளையிடுகிறார். மற்றொருபுறம் "தொழிலே நாட்டிற்கு எழில், யந்திரத் தொழில்களை வளருங்கள்" என்று கூக்குரலிடுகிறார் ஸர். எம். விசுவேசுவரய்யா. ஏன்? தற்காலம் யந்திரத்தொழில்களை நடத்திவரும் நாடுகளே உலக விவகாரங்களில் மிக்க செல்வாக்கையும், மேன்மையையும் பெற்றிருக்கின்றன. இருப்பு ஏராளமாகக் கிடைக்கும் அமெரிக்கா இங்கிலாந்து போன்ற நாடுகளில்தான் ரயில் என்ஜின்கள், மோட்டார்கள், கப்பல்கள், ஆகாயவிமானங்கள் போன்ற, போக்கு வரத்து சாதனங்கள் தயாராகிவருகின்றன. இன்னும் தொழில்களுக்கு வேண்டிய யந்திரகருவிகளும் அவ்விடங்களில்தான் தயாராகின்றன. நமது வாழ்க்கைக்கு உதவியளிக்கும் உலோகங்களில் இரும்பே முதல் ஸ்தானத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று கூறினால், மிகையாகாது. இரும்புக்கு அடுத்தபடியாக உபயோகப்படும் உலோகங்களில் தங்கம், வெள்ளி, அலுமினியம் இவற்றைக் கூறவேண்டும். உள்நாட்டு வியாபாரத்துக்கு இன்றியமையாதனவாயிருக்கும் நாணயங்களை எல்லா நாடுகளிலில் தங்கம், வெள்ளி, செம்பு, முதலிய உலோகங்களில்தான் செய்கின்றார்கள். தற்காலம் எல்லா நாடுகளிலும் அலுமினிய பாத்திரங்களே சாப்பிடுவதற்கும் ஆகாரப் பொருள்களை வைப்பதற்கும் உபயோகப்பட்டு

வருகின்றன. எனவே எண்ணற்ற துறைகளில் உலோகங்கள் பயன்பட்டு வருகின்றன. இவற்றைப் பற்றிய சில விவரங்களை இக்கட்டுரையில் கவனிப்போம்.

விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்துள்ள தொண்ணூற்றிரண்டு தாதுப் பொருள்கள் (Elements) பெரும்பாலும் உலோகங்களே ஆகும். இவை எல்லாம் பூமியினடியிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. இவை அனேகமாகத் தனிப் பொருள்களாக அகப்படாமல் மற்றப் பொருள்களுடன் கலந்தே கிடைக்கின்றன. இவற்றிற்கெல்லாம் கனிப் பொருள்கள் (Ores) என்று பெயர். அனேக உலோகங்கள் பிராணவாயு (Oxygen)வுடன் இரசாயனச் சேர்க்கை கொண்டுள்ள பொருள்களாக அகப்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானவை இரும்பு, வங்கம் (Tin), நாகம் (Zinc), அலுமினியம் போன்றவை. மற்றும் சில உலோகங்கள் கந்தகத்துடன் (Sulphur) இரசாயனச் சேர்க்கை கொண்டுள்ள பொருள்களாக அகப்படுகின்றன. இவற்றுள் முக்கியமானவை நிக்கல், கோபால்ட் (Cobalt), நாகம், செம்பு என்பன. சில உலோகங்கள் தனித்தேயும் கிடைக்கின்றன. இதன் பொருட்டு இவ்வற்றிற்குக் "கம்பீர உலோகங்கள்" (Noble metals) என்று பெயர். தங்கம், வெள்ளி, பிளாட்டினம் (Platinum) இவற்றிற்கு உதாரணமாகும். கனிப் பொருள்களிலிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்கு விஞ்ஞானிகள் அனேக வழிகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். உதாரணமாக, பிராண வாயுவுடன் சேர்க்கை கொண்டுள்ள பொருள்களை நன்றாக நசுக்கி, சுத்தம் செய்து, கரியைச் சேர்த்து, பெரிய உலைகளில் சூடு செய்வார்கள். அப்பொழுது கரி உலோகத்தினின்று பிராணவாயுவைப் பிரித்துவிடும். இவ்வாறுதான் இரும்பைத் தயாரிக்கின்றார்கள். இரும்புடன் கரி சிறிதளவு கலந்துவிடுகிறது. நூற்றுக்கு மூன்று முதல் ஐந்துவரை இருக்குமானால், அவ்விரும்புக்கு வார்ப்பிரும்பு (Cast iron) என்று பெயர். கரியை முற்றிலும் நீக்கித் தயாரிக்கப்படும் இரும்புக்குத் தேனிரும்பு (Wrought iron) என்று பெயர். மிகச் சிறிதளவே கரி தங்கி இருக்குமானால்

அதற்கு எஃகு (Steel) என்று பெயர். ஒவ்வொருவித இரும்பின் குணமும் ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். கந்தகச் சேர்க்கையுடன் கனிப் பொருள்கள் அகப் பட்டால், அவற்றை முதலில் சூடு செய்து பிராண வாயுவுடன் சேர்க்கை கொண்ட பொருள்களாக மாற்றிவிடுவார்கள். பின்னர் பிராணவாயுவை முற்கூறிய முறையினுல் அகற்றி விடுவார்கள். நெடுநாள் வரை இவ்வேலைகளுக்கு வேண்டிய உலைகளைச் சூடு செய்வதற்கு நிலக்கரி பயன்பட்டு வந்தது. ஆனுல் தற்காலம் மின்சார சக்தி எங்கும் மலிவாகக் கிடைப்பதினுல், மின்னுலைகளையே உபயோகித்து வருகின்றுர்கள். மின்சாரத்தைக் கொண்டும் கனிப்பொருள்களிருந்து உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். அலுமினியம், ஸோடியம் முதலிய உலோகங்கள் இம்முறையினுல்தான் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

உலோகங்களுக்கெல்லாம் சில பொதுப் பண்புகள் உண்டு. எல்லாம் திடப்பொருள்களாகவே இருக்கும். ஆனுல் இரசம் (mercury) மட்டும் விலக்கு. ஒவ்வொன்றின் கனமும் ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். நீரின் எடையை ஆதாரமாகக்கொண்டு உலோகங்களின் எடைகளை அத்துடன் ஒப்பிட்டுக் கூறுவது வழக்கம். உதாரணமாக, நீரைக்காட்டிலும் இரும்பு எட்டு மடங்கு கனம் என்று கூறுவார்கள். உலோகங்களில் கனம் அதிகமுள்ளவை ஆஸ்மியமும், பிளாட்டினமும். இவை நீரைக்காட்டிலும் சுமார் இருபத்திரண்டு மடங்கு கனமுடையவை. நீரை விடக் கனம் குறைவாயுள்ள உலோகங்களும் உண்டு. உதாரணமாக ஸோடியம், லிதியம் இவற்றைக் கூறலாம். இவை நீரில் மிதக்கும். உலோகங்களில் பலவற்றைக் காய்ச்சி மெல்லிய தகடுகளாக அடிக்கலாம். மிக எளிதில் தகடாக மாறக்கூடியவை தங்கம், வங்கம், செம்பு முதலிய உலோகங்கள். உலோகங்களின் நெகிழ்ச்சிவன்மை (Elasticity) பலதரப் படும். அதாவது ஒவ்வொரு உலோகத்தின் எடை தாங்கும் சக்தி ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் இரும்பே மிக்க பளுவைத் தாங்க கூடிய உலோகம். பெரிய சுமை தூக்கி

களில் (cranes) தொங்கும் எஃகு கம்பிகளை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இவற்றைக் கொண்டுதான் மிக்க பளுவுற்ற ரயில் என்ஜின்களைக் கப்பலிலிருந்து துறை முகங்களில் இறக்குகின்றார்கள். வார்ப்பிரும்பு, தேனிரும்பு, எஃகு என்ற மூன்று வகை இரும்புகளில் எஃகு தான் இவ்வேலைக்குச் சிறந்தது. எஃகுடன் குரோமியம் (Chromium), வனெடியம் (Vanadium) என்ற உலோகங்களில் சிறிதளவைச் சேர்த்துவிட்டால் அக்கலவை உலோகம் (alloy) இன்னும் அதிக பாரத்தையும் அமுக்கத்தையும் முறுக்கலையும் தாங்கும் பண்பைப் பெற்று விடுகிறது. யந்திரங்களில் அதிகமாகத் தேய்வு ஏற்படக் கூடிய பாகங்களை மாங்கனீஸ் (Manganese) எஃகில்தான் தயாரிப்பார். எஃகைப்போல் மற்ற உலோகங்கள் வலிமை பெற்றிராவிடினும் ஒவ்வொன்றுக்கும் சிறிதளவு இப் பண்பு இருக்கும். இக்குணம் முற்றிலும் இல்லாமலிருக்கும் உலோகங்களும் உண்டு. உதாரணமாக பொடாஸியம் (Potassium) என்னும் உலோகம் மெழுகைப்போல் மிருதுவான பொருள். இவ்வுலோகங்கள் எல்லாம் நன்றாகக் காய்ச்சப்பட்டால் உருகித் திரவப் பொருள்களாக மாறி விடும். இவ்வுருகு நிலைச் சூடு (Melting point) ஒவ்வொரு உலோகத்திற்கும் ஒவ்வோர் அளவினதாக இருக்கும், இவை பெரும்பாலும் சென்டிகிரேட் திட்டத்தில் ஆயிரக் கணக்கான டிகிரிகளாக இருக்கும். உதாரணமாக வார்ப்பிரும்பு ஆயிரம் டிகிரி சூட்டில்தான் உருகும். பிளாட்டினம் இரண்டாயிரம் டிகிரி சூட்டில் உருகும். மற்றும் உலோகங்களெல்லாம் மின்சாரத்தையும், வெப்பத்தையும் வெகு சுலபமாகத் தம்முள் கடத்திச் செல்லும் இயல்புடையன. பலவித உலோகக் கம்பிகளை ஒரு பாட்டரியுடன் ஒவ்வொன்றாகப் பிணைத்து அவ்வப்பொழுது அம் மண்டலத்தில் ஓடும் மின்சார அருவியின் பலத்தை அளக்கும் கருவியினால் சோதித்துப் பார்த்தால், அருவியின் பலம் உலோகத்திற்கு உலோகம் மாறுவதைக் கவனிக்கலாம். இப்பண்பை மின் தகைவு (Electrical resistance) என்று கூறுவார்கள். செப்புக் கம்பியின் மின் தகைவு எல்லா உலோகங்களைக்காட்டிலும் மிகக் குறைவானது.

மின்சார உற்பத்தி நிலையங்களிலிருந்து நெடுந்தூரம் மின்சார சக்தியைக் கொண்டுபோகச் செப்புக் கம்பிகளே உபயோகப்படுகின்றன. மற்றும் ஒரு கம்பியின் மூலம் மின்சாரம் பாயும்போது அது சூடேறும். மின்சார விளக்குக்கள் இதற்குச் சான்றாகும். விளக்கில் உள்ள மெல்லிய கம்பித் திரியானது அதன் மூலம் பாயும் அருவியினால் வெண்தழல் நிலைக்குச் சூடேற்றப்படுகிறது. வெகுகாலம் வரை விளக்குக்களில் கரி இழைகளையே உபயோகித்து வந்தார்கள். உலோகக் கம்பிகளை உபயோகிக்காமல் ஏன் சீக்கிரம் அறுந்து போகும் கரி இழைகளை உபயோகித்தார்கள் என்று நினைக்கலாம். இதற்குக் காரணம் என்னவெனில் ஒரு உலோகக் கம்பியின் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி அதனின்று பிரகாசமான ஒளியைப் பெறுவதற்கு அதன் சூடு மிக உயர்ந்து இருக்கவேண்டியிருக்கிறது. அச் சூட்டிற்கு உயர்த்தும் பொழுது சாதாரண உலோகக் கம்பிகள் எல்லாம் உருகி விடுகின்றன. எனவே கரி இழையை உபயோகித்து வந்தார்கள். டான்டலம் (Tantalum) டங்ஸ்டன் (Tungsten) போன்ற உலோகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் இவற்றின் உருகுநிலை வெகுவாக உயர்ந்திருப்பதை அறிந்து தற்காலம் இவ்வுலோகக் கம்பிகளையே விளக்குக்களில் உபயோகித்து வருகின்றார்கள்.

உலோகங்களை ஒன்றோடொன்று சேர்த்து அக்கலவைகளையும் (alloys) நாம் உபயோகித்து வருகின்றோம். அவற்றில் முக்கியமானவை வெண்கலமும் பித்தளையும். வெண்கலத்தில் நூற்றுக்கு எண்பது மடங்கு செம்பும் இருபது மடங்கு வங்கமும் கலந்திருக்கின்றன. பித்தளையில் நூற்றுக்கு எழுபது முதல் எண்பது வரை செம்பும் முப்பது முதல் இருபது வரை நாகமும் கலந்திருக்கின்றன. கோவில் மணிகளை வெண்கலத்தில் தான் வார்ப்பிப்பது வழக்கம். வெண்கலத்தின் நாதம் பெயர் போனது. வெள்ளி தங்க நாணயங்களும் உலோகக் கலவைகளே ஆகும். வெள்ளி நாணயத்தில் நூற்றுக்குத் தொண்ணூறு பாகம் வெள்ளியும் பத்துப்பாகம் செம்பும் இருக்கும். இது

போலவே தங்க நாணயத்திலும் செம்பு இருக்கும். செம்பைச் சேர்த்தால்தான் வெள்ளி, தங்கம் இரண்டிற்கும் கடினத்துவம் ஏற்படுகின்றது. சிலபோது உலோகங்களை உருக்கிக் கலவைகளைத் தயாரிக்காமல் ஒன்றின் மீது மற்றொன்றைப் படியுமாறு செய்து விடுவார்கள். இதைச் சற்று விவரிப்போம். எல்லாக் குணங்களையும் பெற்றிருந்தபோதிலும் இரும்புக்கு ஒரு கெடுதல் உண்டு. இரும்பு காற்றிலுள்ள நீர் படுவதினால் சீக்கிரம் துருப்பிடித்து விடும். எனவே பெரிய இரும்புப் பாலங்கள், யந்திரங்கள் முதலியவற்றைத் துருப்பிடிக்காமல் பாதுகாப்பதற்கு மற்றொரு உலோகப் பூச்சு அவற்றின் மீது அடிக்கப்படும். வங்கமும், நாகமும் காற்றிலுள்ள நீரினால் பாதிக்கப்பட மாட்டா. இவையே இவ்வேலைக்குப் பயன்படுகின்றன. தகரம் என்று சொல்வதில் இரும்புத் தகட்டின்மீது வங்கம் பூசப்பட்டிருக்கும். Galvanised iron sheet என்று சொல்லப்படுவதில் வங்கத்திற்குப் பதிலாக நாகம் பூசப்பட்டிருக்கும். மற்றொரு உதாரணம். குண்டூசிகளைப் பித்தளையில் செய்வார்கள். பின்னர் அதற்கு வங்கப் பூச்சுக் கொடுப்பார்கள், அதனால்தான் அவை பளபளப்பாக இருக்கின்றன. இவ்வேலைகளுக்கெல்லாம் மின்சாரம் பயன் படுகிறது. பூச்சிடவேண்டிய சாமானை நன்றாகத் தேய்த்து, சுத்தப்படுத்தி, பூசவேண்டிய உலோகத்தின (உதாரணமாக வங்கம், வெள்ளி, நிக்கல் அல்லது செம்பு) உப்பு கரைநீரில் அது முழுக்கிவைக்கப்படும். இச் சாமானை குறைத்துருவமாகவும் பூசவேண்டிய உலோகத்தின் தகடொன்றை மிகைத்துருவமாகவும் கொண்டு ஒரு மின்னருவி செலுத்தப்படும். சிறிது போதில் சாமானின் மேற்புற முழுவதும் பூச்சிடப்பட்டுவிடும். இவ்வாறு செய்தலையே முலாம் பூசுகிறது என்று சொல்லுகிறோம். எனவே மனித வாழ்க்கைக்கு, உணவுப் பொருள்களுக்கு அடுத்தபடியாக உலோகங்கள் இன்றியமையாதனவாய் இருந்து வருகின்றன என்று கூறுவது மிகையாகாது.

16. கண்ணாடி

உலோகங்களைக் காட்டிலும் நம்முடைய தினசரி வாழ்க்கையில் அதிகம் பயன்பட்டு வருவது கண்ணாடிதான். கண்ணாடி இலகுவில் உடைந்து பொடியாகக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருந்தாலும் அதற்கென்று அமைந்த சில விசேஷகுணங்களினால் அதில் செய்யப்பட்ட சாமான்களை நாம் சர்வ சாதாரணமாக உபயோகித்து வருகின்றோம். கண்ணாடிப்பாத்திரங்களில் எந்தப்பொருளை வைத்தாலும் கெடாமலிருக்கும். காடிகள் (Acids), காரங்கள் (Alkalies) ஒன்றும் கண்ணாடிச் சாமான்களைப் பாதிப்பதில்லை. உலோகப் பாத்திரங்களில் காடிகளையோ காரங்களையோ வைக்கமுடியாது. உணவுப் பொருள்கள் முதற்கொண்டு சகலவிதமான பொருள்களையும் கெடாமல் வைப்பதற்குச் சிறந்தவை கண்ணாடிப் பாத்திரங்கள்தாம். இவற்றை எளிதில் சுத்தம் செய்துவிடலாம். கண்ணாடிக்குள் ஒளி ஊடுருவிச் செல்லும். எனவே அதில் செய்யப்பட்ட பாத்திரங்களில் வைத்திருக்கும் பொருள்களை வெளியிலிருந்து நன்றாகப் பார்க்கலாம். பலவித வர்ணங்களில் கண்ணாடிகளைத் தயார்செய்ய முடிவதால் அவரவர்களின் விருப்பத்துக்குத் தகுந்தபடி பாத்திரங்களைச் செய்வது சாத்தியமாகிறது. நம் தினசரி வாழ்க்கைக்கு உபயோகப்படுவது ஒருபுறமிருக்க, விஞ்ஞான வளர்ச்சிக்குக் கண்ணாடி இன்றியமையாததாக இருக்கின்றது. கண்ணாடி இல்லாவிடில் விஞ்ஞானம் முன்னேற்றமே அடையாது என்று திட்டமாகக் கூறலாம். பௌதிகம், இரசாயனம் மருத்துவம் முதலிய துறைகளில் சோதனைகள் செய்வதற்கு வேண்டிய எல்லாக் கருவிகளிலும் கண்ணாடி உபயோகப்பட்டு வருகின்றது. தூரதரிசனி அணுதரிசினி போன்ற கருவிகளுக்கு முக்கியமாக வேண்டியவை கண்ணாடி வில்லைகளே ஆகும். கண்ணாடிப்பாத்திரங்கள் இல்லாவிடில் இரசாயன சோதனைகள் ஒன்றுமே நடைபெறமுடியாது. இவ்வாறு பல துறைகளில் உபயோகப்பட்டு வரும் கண்ணாடியைப் பற்றிய சில விவரங்களை இக்கட்டுரையில் பார்ப்போம்.

கண்ணுடி முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதை பற்றி ஒரு கதை சொல்வதுண்டு. சில நூற்றுண்டுகளுக்கு முன் ஸிரியா (Syria) தேசத்துக்கு அருகிலுள்ள கடல் மார்க்கமாகச் சில வியாபாரிகள் பிரயாணம் செய்யும் போது, கரையில் தங்கள் ஆகாரத்தை முடித்துக்கொள்வதற்காக இறங்கினூர்களாம். அப்பொழுது உணவுப் பொருள்களை வேகவைப்பதற்கு அடுப்புக்காக கற்களைத் தேடிப் பார்த்தார்களாம். கற்கள் கிடைக்காததனுல் அவர்கள் வியாபாரத்திற்காகக் கப்பலில் ஏற்றிச் சென்ற வெடியுப்புக் (Nitre) கட்டிகளில் சிலவற்றை எடுத்து அடுப்புக்கட்டி, தீமூட்டி, உணவுப் பொருள்களை வேக வைத்தார்களாம். அப்பொழுது வெடியுப்புக் கட்டிகள் உருகி மணலுடன் கலந்து திரவமாக ஒடுவதை பார்த்தார்களாம். அத் திரவம் மிகுந்த பளபளப்புடன் தோன்றுவதைக் கண்டு ஆச்சரியமடைந்தார்களாம். புதிதாக இவர்கள் கண்ட இப்பொருளுக்குத்தான் கண்ணுடி என்று பெயரிட்டார்கள் என்று கூறப்படுகிறது. இக்கதை எப்படி இருந்தாலும் ஸிரியா, பாலஸ்தீனம், மெஸபடோமியா முதலிய நாடுகளில்தான் கண்ணுடி முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்று எல்லோரும் ஒப்புக்கொள்கிருர்கள். பின்னர் ரோமபுரி ராஜ்யம் உன்னத நிலையில் இருந்தபொழுது இத்தொழில் மற்ற நாடுகளுக்குப் பரவிற்று என்று கூறுகிருர்கள். பதிலேழாம் நூற்றுண்டில் ஐரோப்பாவின் பல பாகங்களில் கண்ணுடியைச் செய்வதற்குப் பல தொழிற்சாலைகள் ஏற்பட்டன. இரசாயன அறிவு அதிகரிக்க இத்தொழிலும் சீர்திருத்தம் அடைந்து நாளுக்கு நாள் முன்னேறிச் சென்றது. தற்காலம் எண்ணற்ற கண்ணுடி தினுசுகளைப் புட்டிகளாகவும், சிம்னிகளாகவும் குழாய்களாகவும் தகடுகளாகவும் ஏராளமாக யந்திரங்களின் உதவியால் செய்துவருகின்றுர்கள்.

கண்ணுடியைத் தயாரிக்கும் முறையைக் கவனிக்கு முன் அதன் பௌதிக குணங்களைப்பற்றிச் சிறிது கூறுவோம். பொருள்களுக்குத் திட, திரவ வாயுவென்னும்

மூன்று நிலைகளுண்டு என்று அனைவரும் அறியலாம். திடப்பொருளைக் காய்ச்சினால் திரவப்பொருளாக மாறி விடும். இம் மாறுதல் ஏற்படும் சூட்டை (Melting point) என்று சொல்லுவார்கள். ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் இவ்வுருகுநிலைச் சூடு ஓர் அளவினதாக இருக்கும். கலப்பில்லாத தனிப்பொருள்களுக்குத்தான் இவ்வுருகுநிலைச் சூடு வரையறுக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால் பல பதார்த்தங்களின் கலவைப் பொருள்களுக்கு உருகு நிலைகள் வரையறுக்கப்பட்டிராது. கண்ணாடி பல பொருள்களின் சேர்க்கையினால் தயாரிக்கப்படுவதால் இதன் உருகுநிலை வரையறுக்கப்பட்டிராது. கண்ணாடியின் மற்றொரு விசேஷ குணம் அதன் பாகுநிலை (Viscosity). தண்ணீர், தேன் இரண்டையும் கீழே ஊற்றினால் தேன் நீரைக்காட்டிலும் அதிக தாமதத்துடன் ஓடுவதைக் கவனிக்கலாம். தேனுக்குக் குழகுழப்புத் தன்மை அதிகமிருப்பதினால்தான் இவ் வேற்றுமை ஏற்படுகிறது. இதைத்தான் பாகுநிலை என்று கூறுகிறார்கள். உருக்கிய கண்ணாடி இத் தன்மையை நன்கு பெற்றிருக்கிறது. கண்ணாடியின் மற்றொரு விசேஷ குணம் தன்னுள் ஒளியைக் கடத்திச் செல்வது. ஒளியைப்பற்றி நாம் இதுவரை தெரிந்து கொண்டிருக்கும் எல்லா விஷயங்களும் இதன் விளைவாகவே ஏற்பட்டவை. உதாரணமாக நியூட்டன் என்னும் பேரறிஞர் சூரிய வெளிச்சத்தை ஒரு கண்ணாடி முப்பட்டை (glass prism)யின் மூலமாகப் புகச்செய்து தான், வெள்ளொளியில் பலவேறு நிறங்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தார். கண்ணாடி, உலோகங்களைப்போல மின் சாரத்தைக் கடத்திச் செல்லாது. மின்சாரத்தைத் தேக்கி வைப்பதற்குக் கண்ணாடிதான் உபயோகப்படுகிறது. இவ்வாறாக, இதன் ஒவ்வொரு குணத்தையும் அறிந்து பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள்.

சுத்தமான மணல், சுட்ட சுண்ணாம்பு அல்லது சுண்ணாம்புக்கல், ஸோடியம் அல்லது பொடாஸியம் கார்பனேட் முதலியவற்றைச் சரியான அளவிற் கலந்து உருக்கினால் கண்ணாடி உண்டாகும். உருகும்போது வேண்டிய அளவுக்கு உஷ்ண நிலையைக் குறைத்துச் சரியான பதத்திலிருக்கச் செய்து பாத்திரங்களைச் செய்வார்கள். வெகு காலம்வரை வாயால் ஊதியே இவற்றைச் செய்து வந்தார்கள். இம்முறைக்கு (glass blowing) என்று பெயர். ஒரு குழாயை எடுத்து அதன் ஒரு நுனியை உருக்கிய கண்ணாடிப்பாகில் தோய்த்து, மற்றொரு நுனிவழியாக ஊதுவார்கள். அப்பொழுது உண்டாகும் கண்ணாடிக் கொப்

புளத்தைச் சூடு செய்து பதமாக்கிச் சரியான உருவம் வரும்வரை ஊதுவார்கள். இதைச் செய்வது சற்றே கடினம். தற்காலம் இயந்திரங்களைக் கொண்டு எல்லா விதமான சாமான்களையும் தயாரித்து வருகின்றார்கள். உலையின்மேலுள்ள கண்ணாடிப் பாகினின்றே நேராக, தகடுகளையும், பாத்திரங்களையும் செய்கின்றார்கள். இத் தொழிலில் அநேக நுட்பங்கள் உண்டு. உதாரணமாக, உருக்கிய கண்ணாடியை மெதுவாகக் குளிரச் செய்துதான் பதத்திற்கு கொண்டுவர வேண்டும். திடீரென்று குளிரச் செய்தால், கண்ணாடி இலகுவில் உடைந்து தூள்களாகி விடும் நிலைமை அடைந்துவிடும். இதற்காக மிகவும் மெது வாகவும் குளிரச்செய்யக் கூடாது. ஏனெனில் அவ்வாறு செய்தால் கண்ணாடி ஸ்படிகமாக மாறிவிடும். இதைத் தான் "பதம் மாறிப் பொருந்து விடுதல்" (Devitrification) என்று கூறுகிறார்கள். கண்ணாடியில் பலவகைகள் உள்ளன. ஸோடா கண்ணாடி (soda glass) என்று ஒரு வகை உண்டு. இக்கலவை இலகுவாக உருகுவதால் இதில் பாத்திரங்களை எளிதில் செய்யலாம். மருந்துப் புட்டிகள், வீடுகளில் உபயோகிக்கும் ஜன்னல் கண்ணாடி கள் முதலியவற்றை இக்கலவையிலிருந்துதான் தயார் செய்கின்றார்கள். பொஹிமியன் கண்ணாடி (Bohemian) என்று மற்றொருவகை உண்டு. இதில் ஸோடியத்திற்குப் பதிலாகப் பொடாஸிய உப்புக்கள் இருக்கும். இக்கல வைப் பொருளை உருகவைப்பதற்கு அதிக சூடு வேண்டி யிருக்கிறது. "ஏனக்கண்ணாடி" (Jena glass) கட்டிக் கண்ணாடி (Hard glass) போன்ற ரகங்களும் இக்கலவை யில்தான் தயார் செய்கின்றார்கள். கற்கண்ணாடி (Flint glass) என்ற வகையில் பொடாஸியத்துடன் ஸீஸமும் கலந்திருக்கும். இக்கலவையில்தான் தூரதரிசனி, அணு தரிசனி, முதலியவற்றுக்கு வேண்டிய வில்லைகளைத் தயார் செய்கின்றார்கள். இக்கலவைகள் எல்லாவற்றிலும் மற்ற உலோகப் பொருள்களைச் சிறிதளவு சேர்த்துக்கொண்டு உருக்கினால் பலரக வர்ணக் கண்ணாடிகளைத் தயார் செய் யலாம். உதாரணமாக, இரும்பு சம்பந்தப்பட்டிருக்கு மானால் கண்ணாடியை மஞ்சள் அல்லது பச்சை நிறத் துடன் இருக்குமாறு செய்யலாம். செம்பு சம்பந்தப் பட்டால் பச்சை நிறக் கண்ணாடியைப் பெறலாம். மாங் கனீஸ் (Manganese) உலோகம் சம்பந்தப்பட்டால் ஊதா, மஞ்சள் கண்ணாடிகளைத் தயார் செய்யலாம். இம்மாதிரி பலவித உலோகங்களைச் சேர்த்துக்கொண்டு எல்லா வர்ணக் கண்ணாடிகளையும் செய்து வருகின்றார்கள்.

Printed at The Indian Express Branch Press, Madras

		ரூ.	அ.
ஜனநாயகப் பிரச்னைகள்	...	0	8
ான் தந்தையார்	...	0	8
ஆட்சி முரசு	(பிரதிகள் கைவசமில்லை)	0	8
இன்றைய தமிழ் வசன நடை	(,,)	1	0
கோயிற் பூனைகள்	...	0	8
ஹாஸ்யக் காட்சிகள்	...	0	8
ன்னியர் வீரம்	...	0	8
பெண்களுக்கு	(பிரதிகள் கைவசமில்லை)	0	6
நிர்மாணத் திட்டம்	...	0	6
ஜெய் ஹிந்த் டயரி	(,,)	1	8
அழகை வெறுத்த அழகி	...	0	8
றைமாட்சி அல்லது அரசியல்	...	1	4
ணாவின் இரகசியம்	...	0	8
ங்கித நவமணிகள்	...	1	0
லையும், ரஸிகனும்	...	0	12
ஞ்ஞானக் காட்சி	...	0	8
ராஜ தந்திரம்	} அச்சில்		
அரசியல் நிர்ணயம்			

(ஒவ்வொன்றுக்கும் தபால் செலவு பிரத்தியேகம்)

எல்லாத் 'தினமணி, இந்தியன் எக்ஸ்பிரஸ்'
ஜண்டுகளிடமும், மதுரை, கோயம்புத்தூர்,
ம், பெங்களூர், திருவனந்தபுரம் கிளைக்காரி
யங்களிலும், 'ஹிக்கின்பாதம்ஸ், சுதேசமித்
ர' ஸ்டால்களிலும் கிடைக்கும்.